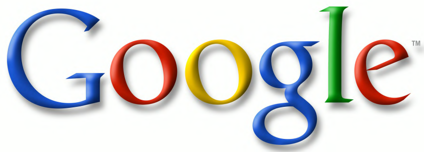
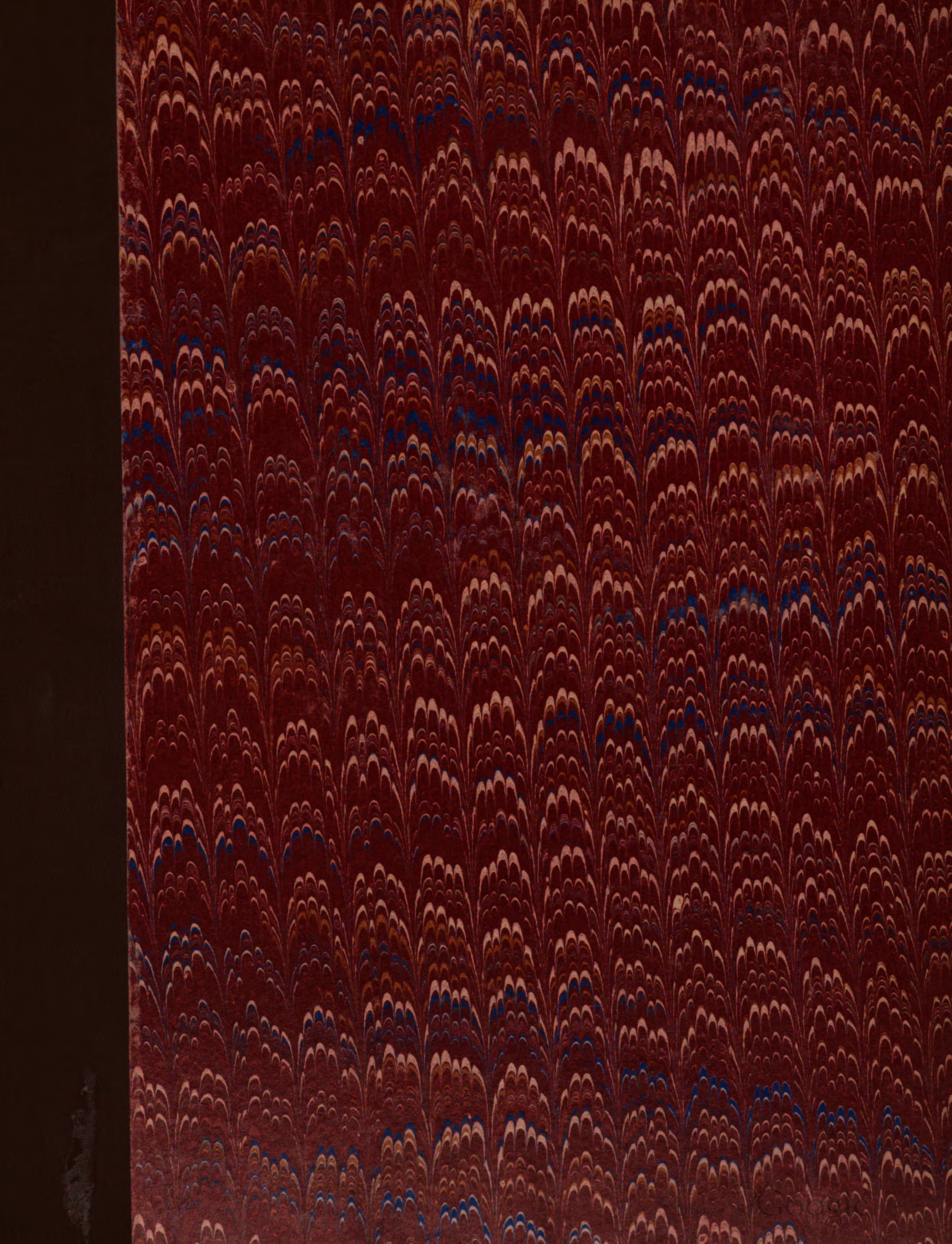




ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS.

Oct. 8, 88

LUNDS UNIVERSITETS ÅRS-SKRIFT.

TOM. XVIII.

1881—82.

LUND, 1881—82.
FR. BERLINGS BOKTRYCKERI OCH STILGJUTERI.
DISTRIBUERAS GENOM C. W. K. GLEERUPS FÖRLAGSBOKHANDEL I LUND.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRS-SKRIFT.

TOM. XVIII.

FÖR LÄSÅRET 1881—82.

II.

AFDELNINGEN FÖR MATHEMATIK OCH NATURVETENSKAP.

Innehåll:

(Afdelning för Mathematik och Naturvetenskap).

Über die Transformation einer gewundenen Curve durch sphärische Inversion

von

JULIUS MÖLLER.

Wenn $r' = \frac{1}{r}$ ist, wo r und r' die Entfernungen zweier Punkte P und P' vom Anfangspunkt O bezeichnen, und wenn die gerade Linie PP' durch O geht, sind P und P' durch sphärische Inversion verbunden. Es seien x, y, z die Coordinaten des Punktes P, x', y', z' die des Punktes P'. Man leitet leicht die Gleichungen

$$(1)\quad \frac{x'}{x} = \frac{y'}{y} = \frac{z'}{z} = \frac{1}{x^2+y^2+z^2}$$

oder, in homogenen Coordinaten,

$$(2)\quad \frac{x'}{xw} = \frac{y'}{yw} = \frac{z'}{zw} = \frac{w'}{x^2+y^2+z^2}$$

ab. Es erhellt, dass einem Punkt P in endlichem Abstande von O ein Punkt P' auch in endlichem Abstande von O entspricht, wenn nicht P in dem imaginären Kegel liegt, dessen Gleichung $x^2+y^2+z^2=0$ ist, den wir im Folgenden kürzlich IK nennen; in diesem Falle muss $w'=0$, also P' unendlich entfernt sein. Ist P unendlich entfernt, muss im Allgemeinen P' in O sein, und umgekehrt, wenn P in O ist, ist P' in unendlicher Entfernung.

Jeder Punkt einer Curve ist nun, wie C. F. E. Björling bemerkt hat *), von seinen "Indices" charakterisirt. Wenn man nämlich irgend einen Punkt P in

*) In der Abhandlung: "Om algebraiska kurvors singulariteter och polardeveloppabelns karakterer;" öfversigt af Kongl. Vetenskapsakademiens förhandlingar, 1881, N:o 4, Stockholm.

einer Curve zu untersuchen wünscht, transformirt man die Coordinaten, so dass der Anfangspunkt in P verlegt wird, die Ebene $z=0$ osculirende Ebene und die Linie $z=y=0$ Tangente wird. Die Coordinaten x, y, z der Curve können dann als Functionen einer Variabeln λ ausgedrückt werden:

$$x = L\lambda^l + L_1\lambda^{l+1} + L_2\lambda^{l+2} + \ldots.$$
$$y = M\lambda^m + M_1\lambda^{m+1} + M_2\lambda^{m+2} + \ldots.$$
$$z = N\lambda^n + N_1\lambda^{n+1} + N_2\lambda^{n+2} + \ldots.$$

l, m und n sind die Indices des Punktes und bedeuten: n die Zahl Punkte, die die Schmiegungsebene, m die Zahl, die die Tangente, und l die Zahl, die eine willkührliche Ebene durch P mit der Curve in P gemein hat ($l<m<n$); ein solcher Punkt heisst ein (l, m, n)-Punkt. Ein (1, 2, 3)-Punkt ist demnach ein gewöhnlicher Punkt, ein (1, 2, 4)-Punkt ein Punkt mit stationärer Ebene (einfache Inflexion, α-Punkt), ein (1, 3, 4)-Punkt ist ein Punkt mit stationärer Tangenten (doppelte Inflexion, θ-Punkt), ein (2, 3, 4)-Punkt ein Rückkehrpunkt (β-Punkt). Ferner zeigt B., dass ein (l, m, n)-Punkt $l-1$ stationären Punkten, $m-l-1$ stationären Tangenten und $n-m-1$ stationären Ebenen äqvivalent ist.

Es sei nun eine Curve C gegeben mit den Coordinaten x, y, z, w; es sei C' die entsprechende Curve mit den Coordinaten x', y', z', w', die man aus C mittelst der Transformation durch reciproke Radien vectoren erhält. Es seien ferner P und P' entsprechende Punkte in C und C'.

In Hinsicht auf die Lage des Punktes P muss man fünf verschiedene Fälle unterscheiden, nämlich:

I. P ist in endlichem Abstande von O, nicht in IK (der allgemeine Fall).

II. P in IK, in endlicher Entfernung von O.

III. P in O.

IV. P unendlich entfernt, nicht in IK.

V. P ist ein Punkt desjenigen Kreises, in welchem die unendlich ferne Ebene und der Kegel IK sich durchschneiden; wir wollen den Kreis mit IKR bezeichnen.

I.

P endlicher Punkt, nicht in IK belegen.

Es sei P ein (l, m, n)-Punkt, dessen Coordinaten a, b und c sind; aus der Annahme folgt $a^2+b^2+c^2 \gtrless 0$. Man kann x, y, z als Functionen einer Variabeln λ folgendermassen ausdrücken:

$$x - a = L\lambda^l + L_1\lambda^{l+1} + L_2\lambda^{l+2} + \ldots = f_l(\lambda), \text{ kürzlich,}$$
$$y - b = M\lambda^m + M_1\lambda^{m+1} + M_2\lambda^{m+2} + \ldots = f_m(\lambda),$$
$$z - c = N\lambda^n + N_1\lambda^{n+1} + N_2\lambda^{n+2} + \ldots = f_n(\lambda).$$

Von den Gleichungen (1) folgt, dass die Coordinaten des Punktes P' $\frac{a}{r}$, $\frac{b}{r}$ und $\frac{c}{r}$ sind, wo $r = a^2 + b^2 + c^2$. Wenn man die fragliche Transformation den Gleichungen (1) gemäss durchführt, und in den für $x' - \frac{a}{r}$, $y' - \frac{b}{r}$, $z' - \frac{c}{r}$ abgeleiteten Ausdrücken den gemeinschaftlichen Nenner gleich w' setzt, erhält man

$$(3)\quad x' - \frac{a}{r} = \alpha f_l - 2abf_m - 2acf_n - a\varphi_{2l}$$

$$(4)\quad y' - \frac{b}{r} = -2abf_l + \beta f_m - 2bcf_n - b\varphi_{2l}$$

$$(5)\quad z' - \frac{c}{r} = -2acf_l - 2bcf_m + \gamma f_n - c\varphi_{2l}$$

$$(6)\quad w' = r^2 + 2arf_l + 2brf_m + 2crf_n + r\varphi_{2l}$$

wo r wie vorher $= a^2+b^2+c^2$, $\alpha = b^2+c^2-a^2$, $\beta = c^2+a^2-b^2$, $\gamma = a^2+b^2-c^2$, $\varphi_{2l} = f_l^2 + f_m^2 + f_n^2$. Zwischen (4) und (5) λ_l, d. h. f_l eliminirend, bekommt man

$$(7)\quad cy' - bz' = crf_m - brf_n.$$

Ebenso aus (3) und (4)

$$(8)\quad 2abx' + \alpha y' - b = -r\gamma f_m - 2bcrf_n - br\varphi_{2l}.$$

Die Ebenen $cy' - bz' = 0$ und $2abx' + \alpha y' - b = 0$ müssen offenbar beide die Tangente des Punktes P' enthalten. Es sind nun drei Fälle möglich.

a) $2l < m$.

Weil dann λ in der Gleichung (8) in niedrigerem Grade als in (7) vorkommt, ist $cy' - bz' = 0$ die Schmiegungsebene in P'. *Man hat also in P' einen $(l, 2l, m)$-Punkt, dessen osculirende Ebene durch O geht.*

b) $2l = m$.

Um die Osculationsebene in P' zu haben, muss man zwischen (7) und (8) λ^m eliminiren und erhält

$$(9)\quad 2abcMx' + bc(2bM + L^2)y' - b(bL^2 + \gamma M)z' - bcM = bcrL(LM_1 - 2L_1M)\lambda^{m+1} + \ldots$$

wenn $n > m + 1$, aber

$$(10)\quad 2abcMx' + bc(2bM + L^2)y' - b(bL^2 + \gamma M)z' - bcM =$$
$$= br(cL^2M_1 - 2cLL_1M - bL^2N - rMN)\lambda^{m+1} + \ldots$$

wenn $n = m + 1$. *P' ist folglich ein $(l, m, m+s)$-Punkt, wo im Allgemeinen $s = 1$ ist.*

c) $2l > m$.

Zwischen (7) und (8) eliminirt man λ^m, d. h. f_m, und erhält

$$(11) \quad 2acx' + 2bcy' - \gamma z' - c = - cr\varphi_{2l} - r^2 f_n.$$

Man hat hier wieder drei Fälle.

α) $2l < n$.

P' ist ein $(l, m, 2l)$-Punkt.

β) $2l = n$.

Im Allgemeinen ein (l, m, n)-Punkt, wenn nicht etwa $cL^2 + rN = 0$ ist; dann ein $(l, m, n+s)$-Punkt, wo s am meisten $= 1$ ist.

γ) $2l > n$.

Stets ein (l, m, n)-Punkt.

Es ist bisher vorausgesetzt worden, es seien die Grössen a, b, c, α, β und γ nicht $= 0$; wenn eine oder mehrere von diesen Grössen verschwinden, können Veränderungen eintreten, wie bald erzeigt werden wird. Zuvor, seitdem wir also im Vorhergehenden einen (l, m, n)-Punkt mit beliebigen Indices untersucht haben, wollen wir doch an einem gewöhnlichen (1, 2, 3)-Punkt etwas verweilen. Wenn P ein solcher Punkt ist, hat man den Fall $2l = m$, $n = m + 1$. Wie im Falle b gezeigt ist, ist dann *im Allgemeinen* P' ein (1, 2, 3)-Punkt. Jedoch kann der letzte Index höher werden, und im vorhandenen Falle zwar am meisten $= 4$. Es ist nicht schwer, die geometrische Bedingung zu finden, für welche ein (1, 2, 3)-Punkt in P einen (1, 2, 4)-Punkt, d. h. einen α-Punkt in P' veranlässt. Erwägen wir nämlich, dass bei der sphärischen Inversion einer Ebene im einen System, wenn sie nicht durch O geht, eine Kugel durch O im anderen entspricht, so werden wir leicht einsehen, *dass in P' eine stationäre Ebene entsteht, so oft als die osculirende Kugel des P durch O geht.* Es bietet keine Schwierigkeit dar, diesen Satz analytisch zu bestätigen. Mann hat in P

$$\begin{aligned} x - a &= L\lambda \;\; + L_1\lambda^2 + L_2\lambda^3 + \dots \\ y - b &= M\lambda^2 + M_1\lambda^3 + M_2\lambda^4 + \dots \\ z - c &= N\lambda^3 \; + N_1\lambda^4 + N_2\lambda^5 + \dots \end{aligned}$$

Wenn ferner

$$(\xi - A)^2 + (\eta - B)^2 + (\zeta - C)^2 = R^2$$

die Gleichung ist der osculirenden Kugel in einem Punkt (x, y, z), müssen, da x, y und z Functionen von λ sind, A, B, C und R den Bedingungen

$$(x-A)^2+(y-B)^2+(z-C)^2=R^2$$
$$(x-A)\frac{dx}{d\lambda}+(y-B)\frac{dy}{d\lambda}+(z-C)\frac{dz}{d\lambda}=0$$
$$(x-A)\frac{d^2x}{d\lambda^2}+(y-B)\frac{d^2y}{d\lambda^2}+(z-C)\frac{d^2z}{d\lambda^2}+\left(\frac{dx}{d\lambda}\right)^2+\left(\frac{dy}{d\lambda}\right)^2+\left(\frac{dz}{d\lambda}\right)^2=0$$
$$(x-A)\frac{d^3x}{d\lambda^3}+(y-B)\frac{d^3y}{d\lambda^3}+(z-C)\frac{d^3z}{d\lambda^3}+3\left(\frac{dx}{d\lambda}\frac{d^2x}{d\lambda^2}+\frac{dy}{d\lambda}\frac{d^2y}{d\lambda^2}+\frac{dz}{d\lambda}\frac{d^2z}{d\lambda^2}\right)=0$$

genügen. In P ist aber $x=a$, $y=b$, $z=c$, $\lambda=0$, $\frac{dx}{d\lambda}=L$, $\frac{d^2x}{d\lambda^2}=2L_1$, $\frac{d^3x}{d\lambda^3}=6L_2$, $\frac{dy}{d\lambda}=0$, $\frac{d^2y}{d\lambda^2}=2M$, $\frac{d^3y}{d\lambda^3}=6M_1$, $\frac{dz}{d\lambda}=\frac{d^2z}{d\lambda^2}=0$, $\frac{d^3z}{d\lambda^3}=6N$. Aus der zweiten von den obigen Gleichungen folgt also, weil $\frac{dy}{d\lambda}=\frac{dz}{d\lambda}=0$ ist und $\frac{dx}{d\lambda}$, das $=L$ ist, nicht verschwindet, $A=a$, aus der dritten Gleichung $B=b+\frac{L^2}{2M}$, und aus der vierten $C=c+\frac{2LL_1M-L^2M_1}{2MN}$. Soll nun die Kugel den Anfangspunkt O enthalten, muss

$$A^2+B^2+C^2=R^2$$

sein. Von dieser und der Gleichung

$$(a-A)^2+(b-B)^2+(c-C)^2=R^2$$

folgt

$$2aA+2bB+2cC=a^2+b^2+c^2=r$$

oder, wenn die soeben gefundenen Werthe von A, B und C substituirt werden,

$$rMN+bL^2N+2cLL_1M-cL^2M_1=0.$$

Dies ist aber die Bedingung, dass in der Gleichung (10) das Glied λ^{m+1}, d. h. jetzt λ^3 verschwinde, in anderen Worten dass P' ein (1, 2, 4)-Punkt sei.

Allgemein: wenn die Schmiegungskugel in P mit der Curve C r Punkte in P gemein hat $(r\geqq 4)$ und den Anfangspunkt O enthält, so entsteht in P' ein (1, 2, r)-Punkt.

Ist P ein (1, 2, 4)-Punkt, hat man $2l=m$, $n>m+1$; P' wird in der Regel ein (1, 2, 3)-Punkt, und zwar ein solcher, dessen osculirende Kugel durch O geht.

Für einen (1, 3, 4)-Punkt in P ist $2l<m$. Dem Falle *a* gemäss entsteht in P' ein (1, 2, 3)-Punkt, dessen Schmiegungsebene O enthält; wir fügen noch hinzu, dass der Krümmungskreis des Punktes P' durch O gehen muss,

weil der Tangente in P, wie jeder geraden Linie, die durch O nicht geht, ein Kreis durch O entspricht.

Nehmen wir zuletzt an, es sei P ein (2, 3, 4)-Punkt, also $m < 2l$, $n = 2l$, hat man den Fall c, β. Im Allgemeinen wird mithin auch P' ein (2, 3, 4)-Punkt; doch kann der dritte Index ein höherer werden. Aus einem Rückkehrpunkt in C entsteht also auch ein Rückkehrpunkt in C'.

Wir bemerkten schon, dass das Verschwinden von den Grössen a, b, c, α, β oder γ die Eigenschaften des Punktes P' verändern könne; wir wollen jetzt die Sache in genauere Erwägung ziehen. Es ist angedeutet worden, dass im Allgemeinen die Schmiegungsebene des P einer Kugel durch P' und O entspricht, den Fall doch ausgenommen, wenn die Ebene O enthält; in diesem Falle entspricht die Schmiegungsebene des P offenbar sich selbst. Ebenso entspricht die Tangente des P in der Regel einem Kreis durch P' und O; geht sie aber durch O, entspricht sie sich selbst. Da ferner die Indices eines Punktes von der Tangente und der osculirenden Ebene abhängig sind, erhellt es, dass man den beiden Fällen, wo diese durch O geht, d. h. $c = 0$ ist, und wo jene durch O geht, d. h. $c = b = 0$ ist, eine besondere Untersuchung widmen muss. In der That brauchen die anderen Fälle nicht berücksichtigt zu werden: $a = 0$ bedeutet nämlich, dass die Normalebene des P durch O geht; $b = 0$, dass die Ebene, welche von der Tangente und der Binormale bestimmt ist, O enthält; $a = b = 0$, Binormale durch O; $\alpha = 0$, $\beta = 0$, $\gamma = 0$, dass die Tangente, die Hauptnormale, resp. die Binormale mit dem Radius vector einen Winkel von 45° bildet. Diese Umstände können aber die Zahl von Punkten, welche die osculirende Ebene und die Tangente des Punktes P' mit ihrer Curve gemein haben, weder erhöhen noch vermindern, haben folglich auf die Indices des Punktes P' keinen Einfluss. Es lässt sich dies auch analytisch leicht beweisen; jedoch wollen wir der Raumersparniss wegen die Beweise unterdrücken.

I A.

Osculirende Ebene durch O.

Man hat $c = 0$, $\alpha = b^2 - a^2 = -\beta$, $\gamma = a^2 + b^2 = r$. Anstatt der Gleichungen (3) – (6) erhält man

$$(12)\quad x' - \frac{a}{r} = \alpha f_l - 2abf_m - a\varphi_{2l}$$

$$(13)\quad y' - \frac{b}{r} = -2abf_l - \alpha f_m - b\varphi_{2l}$$

(14) $z' = rf_n$

(15) $w' = r^2 + 2arf_l + 2brf_n + r\varphi_{2l}$

Von (12) und (13), wenn f_l elimiminirt wird, folgt

(16) $2abx' + ay' - b = -r^2 f_m - br\varphi_{2l}$.

a) $2l < m$.

P' ist ein $(l, 2l, n)$-Punkt.

b) $2l = m$.

P' ist im Allgemeinen ein (l, m, n)-Punkt, insoweit nicht der Coefficient des Gliedes λ^m in (16), $r^2M + brL^2 = 0$ ist. Dann hat man entweder einen $(l, m+s, n)$-Punkt, oder einen $(l, n, n+\sigma)$-Punkt, oder endlich $(l, n, m+s)$-Punkt, je nachdem $m+s < n$, $m+s = n$ oder $m+s > n$ ist, wo $m+s$ den Grad des ersten nicht verschwindenden Gliedes der rechten Seite von der Gleichung (16) bedeutet.

c) $2l > m$.

P' ist ein (l, m, n)-Punkt.

Wie man sieht, geht die Schmiegungsebene des Punktes P' in der Regel durch O, die zwei letzten von den drei Ausnahmefällen in b doch ausgenommen. Ferner beobachtet man, dass für P' immer der Index n vorkommt; es hängt dies davon ab, dass die osculirende Ebene des Punktes P sich selbst entspricht; sie muss daher die secundäre Curve entweder osculiren, was der allgemeine Fall ist, oder am wenigstens berühren.

Für einen (1, 2, 3)-Punkt in P ist nun $2l = m$. Es entsteht also in P' im Allgemeinen auch ein (1, 2, 3)-Punkt; doch kann der mittlere und somit auch der dritte Index erhöht werden, wenn nämlich $rM + bL^2 = 0$ ist. Die geometrische Bedeutung dieser Bedingung findet sich ohne Schwierigkeit. Weil nämlich, wie wir schon begründet haben (S. 5, 6), ein (1, 3, 4)-Punkt im einen System einen (1, 2, 3)-Punkt, dessen Krümmungskreis durch O geht, im anderen verursacht, muss die erwähnte geometrische Bedeutung eben die sein, dass O im Krümmungskreis des Punktes P ist. Die Gleichung eines Kreises, der O enthält und in der xy-Ebene liegt, ist von der Form

$$\xi^2 - 2A\xi + \eta^2 - 2B\eta = 0.$$

Soll er aber der Krümmungskreis des Punktes (x, y) sein, müssen A und B den drei Gleichungen

$$x^2 - 2Ax + y^2 - 2By = 0$$

$$(x-A)\frac{dx}{d\lambda} + (y-B)\frac{dy}{d\lambda} = 0$$

$$(x-A)\frac{d^2x}{d\lambda^2}+(y-B)\frac{d^2y}{d\lambda^2}+\left(\frac{dx}{d\lambda}\right)^2+\left(\frac{dy}{d\lambda}\right)^2=0$$

genügen, wenn x und y Functionen von λ sind. Im vorliegenden Falle ist $x=a$, $y=b$, $\lambda=0$, $\frac{dx}{d\lambda}=L$, $\frac{d^2x}{d\lambda^2}=2L$, $\frac{dy}{d\lambda}=0$, $\frac{d^2y}{d\lambda^2}=2M$; aus der zweiten von den obigen drei Gleichungen folgt daher $A=a$, und aus der dritten $B=b+\frac{L^2}{2M}$; wenn endlich diese Werthe von A und B in die erste Gleichung substituirt werden, erhält man $rM+bL^2=0$, die erwähnte Bedingung, dass P' ein (1, 3, 4)-Punkt werde.

Wenn P ein (1, 2, 4)-Punkt ist, hat man auch $2l=m$; P' wird im Allgemeinen auch ein (1, 2, 4)-Punkt.

Ein (1, 3, 4)-Punkt muss, weil $2l<m$ ist, stets zu einem (1, 2, 4)-Punkt Anlass geben.

Aus einem (2, 3, 4)-Punkt entsteht, da $2l>m$ ist, ein (2, 3, 4)-Punkt. Ein stationärer Punkt in der primären Curve veranlässt also auch in diesem Falle einen stationären Punkt in der secundären.

I B.

Tangente durch O.

Man hat $b=c=0$, $r=\beta=\gamma=-\alpha=a^2$, und erhält

$$(17)\quad x'-\frac{a}{r}=-a^2f_l-a\varphi_{2l}$$

$$(18)\quad y'=a^2f_m$$

$$(19)\quad z'=a^2f_n$$

$$(20)\quad w'=a^4+2a^3f_l+a^2\varphi_{2l}.$$

Es wird also, wie es zu warten war, P' ein (l, m, n)-Punkt, der dieselbe Tangente und dieselbe Schmiegungsebene wie P hat.

Es giebt aber noch einen Fall, wo eine gerade Linie im einen System einer geraden Linie im anderen entspricht, wenn sie nämlich dem Kreis IKR begegnet; die secundäre Gerade ist in der Ebene belegen, welche von der gegebenen Linie und dem Anfangspunkt O bestimmt ist, wie aus der Transformation durch reciproke Radien vectoren in einer Ebene folgt, und muss den zweiten Punkt, wo IKR und jene Ebene sich treffen, enthalten. Man muss daher den Umstand, wenn die Tangente des Punktes P den imaginären

Kreis IKR schneidet, besonders in Betracht nehmen. Wenn r den Rang der Curve C bedeutet, trifft das offenbar $2r$-mal ein.

Damit wir doch auf einmal mit allen möglichen Fällen fertig werden, wollen wir, von dem allgemeinsten Fall ausgehend, indem wir vorläufig in der Wahl von den Coefficienten, welche die Lage der osculirenden Ebene und der Tangente bestimmen, keine Beschränkungen thun, oder jedenfalls nur solche, dass jedoch alle speciellen Fälle, die von Bedeutung sind, einbegriffen werden, folgendermassen zur Werke gehen. Es sei P der Punkt $(a, 0, 0)$, $x = a$ eine nicht berührende Ebene, $y + A(x - a) = 0$ berührende und $z + By + C(x - a) = 0$ Schmiegungsebene in P. Setzt man also

$$x - a = f_l$$
$$y + A(x - a) = f_m$$
$$z + By + C(x - a) = f_n,$$

erhält man, indem man die Inversion wie vorher vollbringt,

$$(21)\quad x' - \frac{1}{a} = -af_l - (A^2 + H^2 + 1)f_l + 2(A + BH)f_l f_m - (B^2 + 1)f_m^2 - 2Hf_l f_n + 2Bf_m f_n - f_n^2$$

$$(22)\quad y' = -aAf_l + af_m$$

$$(23)\quad z' = aHf_l - aBf_m + af_n$$

$$(24)\quad w' = a^3 + 2a^2 f_l + a(A^2 + H^2 + 1)f_l^2 - 2a(A + BH)f_l f_m + a(B^2 + 1)f_m^2 + \\ + 2aHf_l f_n - 2aBf_m f_n + af_n^2,$$

wo $H = AB - C$ ist.. Aus (21) und (22)

$$(25)\quad y' - A\left(x' - \frac{1}{a}\right) = af_m + A(A^2 + H^2 + 1)f_l^2 - 2A(A + BH)f_l f_m + \\ + A(B^2 + 1)f_m^2 + 2AHf_l f_n - 2ABf_m f_n + Af_n^2,$$

ferner aus (22) und (23)

$$(26)\quad Hy' + Az' = -aCf_m + aAf_n,$$

endlich von (25) und (26)

$$(27)\quad z' + By' - C\left(x' - \frac{1}{a}\right) = C(A^2 + H^2 + 1)f_l^2 - 2C(A + BH)f_l f_m + \\ + C(B^2 + 1)f_m^2 - af_n + 2ACHf_l f_m - 2ABCf_m f_n + ACf_n^2.$$

Die Gleichungen (21), (26) und (27) bestimmen die Indices des P' im allgemeinen Falle. Wir wünschen jetzt zuzusehen, welche Veränderungen eintreten, wenn irgend eine von den obigen Coefficienten verschwinden. Zuerst nehmen wir an, es sei $C \gtrless 0$, d. i. es gehe die Schmiegungsebene des Punktes P nicht durch O. Die Gleichungen (21) und (26) müssen dann die Glieder λ^l, resp. λ^m stets enthalten. In (27) kann aber $A^2 + H^2 + 1 = 0$ sein; dies

bedeutet, wie man leicht findet, den oben erwähnten Fall, dass die Tangente des Punktes P dem Kreis IKR begegnet.

I C.

Die Tangente des P durch IKR.

Die den Punkt P' bestimmenden Gleichungen werden

$$(28)\quad x' - \frac{1}{a} = -af_l + 2(A+BH)f_lf_m - (B^2+1)f_m^2 - 2Hf_lf_n + 2Bf_mf_n - f_n^2$$

$$(29)\quad Hy' + Az' = -aCf_m + aAf_n$$

$$(30)\quad z' + By' - C\left(x' - \frac{1}{a}\right) = -2C(A+BH)f_lf_m + C(B^2+1)f_m^2 - af_n + \\ + 2ACHf_lf_n - 2ABCf_mf_n + ACf_n^2.$$

a) $A + BH \gtrless 0$.

α) $l + m < n$. P' wird ein $(l, m, l+m)$-Punkt.

β) $l + m = n$. Ein $(l, m, n+s)$-Punkt, wo im Allgemeinen $s = 0$ ist.

γ) $l + m > n$. Ein (l, m, n)-Punkt.

b) $A + BH = 0$.

Wenn aus dieser Gleichung und $A^2 + H^2 + 1 = 0$ A eliminirt wird, erhält man $B^2 + C^2 + 1 = 0$, das die Bedingung ist, dass die Osculationsebene des Punktes P IKR berührt. Die Grösse $B^2 + 1$ muss $\gtrless 0$ sein, weil sonst $C = 0$ würde.

α) $2m < n$. $(l, m, 2m)$-Punkt.

β) $2m = n$. $(l, m, n+s)$-Punkt, wo i. A. $s = 0$.

γ) $2m > n$. (l, m, n)-Punkt.

Ein (1, 2, 3)-Punkt wird im Falle a in der Regel (1, 2, 3)-Punkt, in b stets (1, 2, 3)-Punkt.

Ein (1, 2, 4)-Punkt wird im Falle a stets (1, 2, 3)-Punkt, in b i. A. (1, 2, 4)-Punkt.

Ein (1, 3, 4)-Punkt wird im Falle a in der Regel (1, 3, 4)-Punkt, in b stets (1, 3, 4)-Punkt.

Ein (2, 3, 4)-Punkt wird in den beiden Fällen immer ein (2, 3, 4)-Punkt.

Sowohl im Falle a wie in b wird der Kreis IKR von der Tangente des Punktes P': $Hy' + Az' = 0$, $z' + By' - C\left(x' - \frac{1}{a}\right) = 0$ getroffen, wie auch geometrisch evident ist.

Ist dagegen $C = 0$, wendet man die Gleichungen (21), (25) und (26) an, deren die letzte die Form

$$(31)\quad z' + B'y = af_n$$

annimmt. Dies ist der Fall I A. Besondere Aufmerksamkeit fordern die Fälle $A = 0$ und $A^2 + H^2 + 1 = 0$; jener ist schon in I B behandelt worden, dieser ist wieder die Bedingung, dass die Tangente des P IKR schneide. Man hat also

I D.

Die Tangente des P durch IKR, die Schmiegungsebene durch O.

Die dem P' zugehörigen Gleichungen werden

$$(32)\quad x' - \frac{1}{a} = -af_l + 2(A + BH)f_l f_m - (B^2 + 1)f_m^2 - 2Hf_l f_n + 2Bf_m f_n - f_n^2$$

$$(33)\quad y' - A\left(x' - \frac{1}{a}\right) = af_m - 2A(A+BH)f_l f_m + A(B^2+1)f_m^2 + 2AHf_l f_n - 2ABf_m f_n + Af_n^2$$

$$(34)\quad z' + By' = af_n.$$

Es wird mithin P' stets ein (l, m, n)-Punkt, dessen Schmiegungsebene O enthält; seine Tangente schneidet offenbar den Kreis IKR.

In I—I D sind nun alle Fälle discutirt, die möglich sind, wenn der Punkt P in endlicher Entfernung von O ist, ohne im Kegel IK zu liegen.

II.

P endlicher Punkt im Kegel IK.

Wir nehmen an, es liege P in der xy-Ebene, seine Coordinaten seien a, ai und 0. Ferner sei $y = ai$ eine nicht berührende, $C(y - ai) + z = 0$ eine berührende, und $x - a + A(y - ai) + Bz = 0$ die osculirende Ebene des P. Wir setzen demnach

$$y - ai = f_l$$
$$C(y - ai) + z = f_m$$
$$x - a + A(y - ai) + Bz = f_n$$

Wenn auf diese Gleichungen die Formeln (2) angewendet werden, $w = 1$ gesetzt, erhält man

$$(35)\quad x' = a + Hf_l - Bf_m + f_n$$
$$(36)\quad y' = ai + f_l$$

(37) $z' = -Cf_l + f_m$

(38) $w' = 2a(i+H)f_l - 2aBf_m + (C^2+H^2+1)f_l^2 - 2(BH+C)f_l f_m + (B^2+1)f_m^2 +$
$+ 2af_n + 2Hf_l f_n - 2Bf_m f_n + f_n^2$ *),

wo H die Grösse $BC-A$ bedeutet. Es folgt von (35) und (36)

(39) $x' + y'i = (i+H)f_l - Bf_m + f_n$.

Wie es zu warten war, ist also P' ein unendlich ferner Punkt in IKR in der Richtung $x'+y'i = z' = 0$. Ferner erhält man von (38) und (39)

(40) $w' - 2a(x'+y'i) = (C^2+H^2+1)f_l^2 - 2(BH+C)f_l f_m + (B^2+1)f_m^2 + 2Hf_l f_n - 2Bf_m f_n + f_n^2$.

Von (37) und (39) erhält man

(41) $C(x'+y'i) + (i+H)z' = (i-A)f_m + Cf_n$.

Sei nun

a) $2l<m$. P' ist ein $(l, 2l, m)$-Punkt, dessen Schmiegungsebene durch O geht.

b) $2l=m$. Ein $(l, m, m+s)$-Punkt, wo in der Regel $s=1$ ist.

c) $2l>m$. Ein $(l, m, 2l)$-Punkt, dessen osculirende Ebene IKR berührt.

(1, 2, 3) und (1, 2, 4)-Punkte werden im Allgemeinen und (1, 3, 4)-Punkte immer (1, 2, 3)-Punkte, ein (2, 3, 4)-Punkt geht in einen (2, 3, 4)-Punkt über.

Bei den folgenden besonderen Fällen treten Verschiedenheiten ein:

A) $A = i$. Die Schmiegungsebene des P geht durch 0.

B) $C^2+H^2+1 = 0$. Die Tangente des P schneidet IKR.

C) $A = i$, $C^2+H^2+1 = 0$. Die vorigen Fälle vereinigt.

D) $H+i = 0$, $C = 0$, woraus auch $A = i$ folgt. Die Tangente des P geht durch O.

II A.

Die Schmiegungsebene des P durch O.

Die Gleichungen (37), (40) und (41) gehen in die folgenden über

(42) $z' = -Cf_l + f_m$

(43) $w' - 2a(x'+y'i) = (C^2+H^2+1)f_l^2 - 2(BH+C)f_l f_m + (B^2+1)f_m^2 + 2Hf_l f_n - 2Bf_m f_n + f_n^2$

(44) $C(x'+y'i) + (H+i)z' = Cf_n$.

a) $2l<n$. $(l, 2l, n)$-Punkt. Schmiegungsebene durch O.

b) $2l=n$. $(l, n, n+s)$-Punkt, wo i. A. $s=1$.

c) $2l>n$. $(l, n, 2l)$-Punkt. Die Schmiegungsebene berührt IKR.

*) Eigentlich: $\dfrac{x'}{a+Hf_l-Bf_m+f_n} = \dfrac{y'}{ai+f_l} = \dfrac{z'}{-Cf_l+f_m} = \dfrac{w'}{2a(i+H)f_l - 2aBf_m + \ldots}$.

Ein (1, 2, 3)-Punkt wird (1, 2, 3)-Punkt, (1, 2, 4) und (1, 3, 4)-Punkte gehen in (1, 2, 4)-Punkte, ein (2, 3, 4)-Punkt in einen (2, 4, 5)-Punkt über.

II B.

Die Tangente des P durch IKR.

Man erhält

(45) $z' = -Cf_l + f_m$

(46) $w' - 2a(x' + y'i) = -2(BH+C)f_l f_m + (B^2+1)f_m^2 + 2Hf_l f_n - 2Bf_m f_n + f_n^2$

(47) $C(x'+y'i) + (H+i)z' = (i-A)f_m + Cf_n$.

a) $BH + C \gtrless 0$.

P' wird stets ein $(l, m, l+m)$-Punkt.

b) $BH + C = 0$. Geometrisch: die Schmiegungsebene des Punktes P berührt IKR, was man findet, wenn man aus den beiden Gleichungen $C^2 + H^2 + 1 = 0$ und $BH + C = 0$ die Grösse C eliminirt, wodurch man die Gleichung $A^2 + B^2 + 1 = 0$ erreicht. Sind diese Gleichungen erfüllt, kann ferner weder $B^2 + 1$ noch $H = 0$ sein.

α) $2m < l + n$. $(l, m, 2m)$-Punkt.

β) $2m = l + m$. $(l, m, 2m+s)$-Punkt, wo i. A. $s = 0$.

γ) $2m > l + n$. $(l, m, l+n)$-Punkt.

Ein	(1, 2, 3)-Punkt wird im Falle *a* ein	(1, 2, 3)-Punkt,	in *b*	i. A. (1, 2, 4)-Punkt.	
„	(1, 2, 4) „ „ „ „ „ „	(1, 2, 3) „	„ „	stets (1, 2, 4)	„
„	(1, 3, 4) „ „ „ „ „ „	(1, 3, 4) „	„ „	„ (1, 3, 5)	„
„	(2, 3, 4) „ „ „ „ „ „	(2, 3, 5) „	„ „	i. A. (2, 3, 6)	„

In sowohl *a* als *b* berührt die Osculationsebene des Punktes P' den Kreis IKR.

II C.

Die Schmiegungsebene des P durch O, Tangente durch IKR, aber nicht durch O.

Die Gleichungen (37), (40) und (41) gehen in die folgenden über

(48) $z' = -Cf_l + f_m$

(49) $w' - 2a(x' + y'i) = -2(BH+C)f_l f_m + (B^2+1)f_m^2 + 2Hf_l f_n - 2Bf_m f_n + f_n^2$

(50) $C(x'+y'i) + (i+H)z' = Cf_n$.

Weil offenbar die osculirende Ebene des P IKR nicht berühren kann, muss $BH + C \gtrless 0$ sein.

a) $l+m<n$. $(l, l+m, n)$-Punkt. Osc. Ebene durch O.
b) $l+m=n$. $(l, n, n+s)$-Punkt, wo i. A. $s=1$.
c) $l+m>n$. $(l, n, l+m)$-Punkt. Osc. Ebene berührt IKR.

II D.

Die Tangente des Punktes P durch O.

Weil in diesem Falle alle die Grössen $A-i$, C, $H+i$ und C^2+H^2+1 verschwinden, kommt λ in keiner unter den Gleichungen (37)–(41) in niedrigerem Grade als m vor. Man erhält von (37), (39) und (40)

$$(51)\quad z' = f_m$$
$$(52)\quad x'+y'i+Bz' = f_n$$
$$(53)\quad w'-2a(x'+y'i) = 2Bif_l f_m+(B^2+1)f_m^2-2if_l f_n-2Bf_m f_n+f_n^2.$$

a) $B \gtrless 0$.
α) $l+m<n$. $(m, l+m, n)$-Punkt. Osc. Eb. durch O.
β) $l+m=n$. $(m, n, n+s)$-Punkt, wo i. A. $s=1$.
γ) $l+m>n$. $(m, n, l+m)$-Punkt. Osc. Eb. berührt IKR.

b) $B=0$. Dies ist die Bedingung, dass die Schmiegungsebene des Punktes P Tangentenebene des Kegels IK sei $(x+yi=0)$. Die Gleichungen (51)–(53) werden

$$(54)\quad z' = f_m$$
$$(55)\quad x'+y'i = f_n$$
$$(56)\quad w'-2a(x'+y'i) = f_m^2-2if_l f_n+f_n^2.$$

α) $n>2m$. $(m, 2m, n)$-Punkt. Osc. Eb. durch O.
β) $n=2m$. $(m, n, n+s)$-Punkt, wo i. A. $s=1$.
γ) $n<2m<l+n$. $(m, n, 2m)$-Punkt.
δ) $2m=l+n$. $(m, n, 2m+s)$-Punkt, wo i. A. $s=0$.
ε) $2m>l+n$. $(m, n, l+n)$-Punkt.

(zu β)–ε):) Die Tangente des P' ist die Tangente des IKR in P'.

Da ein (l, m, n)-Punkt mit $l-1$ stationären Punkten äqvivalent ist (S. 2), sieht man also, dass im vorhandenen Falle II D die Zahl solcher Punkte um $m-l$ vermehrt wird.

III.

P in O.

Wenn man $z+Ax=0$ und $y+Bx=0$ die Gleichungen einer berührenden, resp. der osculirenden Ebene sein lässt, können diejenigen besonderen Lagen

der Tangente und der Schmiegungsebene, welche hier Einfluss haben, mitdiscutirt werden. Wir setzen folglich

$$x = f_l$$
$$z + Ax = f_m$$
$$y + Bx = f_n,$$

und erhalten, durch Anwendung der Formeln (2), $w = 1$ gesetzt,

$$\frac{x'}{f_l} = \frac{z' + Ax'}{f_m} = \frac{y' + Bx'}{f_n} = \frac{w'}{(A^2+B^2+1)f_l^2 - 2Af_lf_m + f_m^2 - 2Bf_lf_n + f_n^2}.$$

Wenn man die Nenner mit dem gemeinschaftlichen Factor λ^l dividirt und die Grössen, welche eigentlich einander proportional sind, wie vorher gleich setzt, erhält man

$$(57)\quad x' = L + L_1\lambda + \ldots.$$
$$(58)\quad z' + Ax' = M\lambda^{m-l} + M_1\lambda^{m-l+1} + \ldots.$$
$$(59)\quad y' + Bx' = N\lambda^{n-l} + N_1\lambda^{n-l+1} + \ldots.$$
$$(60)\quad w' = (A^2+B^2+1)L^2\lambda^l + \ldots.$$

Es liegt also P' in unendlicher Entfernung in der Richtung der Tangente des Punktes P.

a) $m-l>l$. $(l, m-l, n-l)$-Punkt. Tangente durch O.

b) $m-l=l$. Man muss zwischen (58) und (60) λ^l eliminiren; dadurch erhält man

$$(61)\quad Mw' - L^2(z'+Ax') = K\lambda^{l+s} + \ldots.$$

α) $l+s<n-l$. $(l, l+s, n-l)$-Punkt. Schmiegungsebene durch O.

β) $l+s=n-l$. $(l, n-l, n-l+\sigma)$-Punkt, wo i. A. $\sigma = 1$.

γ) $l+s>n-l$. $(l, n-l, l+s)$-Punkt.

Weil in der Regel $s=1$ ist, muss γ freilich eine Ausnahme sein.

c) $m-l<l<n-l$. $(m-l, l, n-l)$-Punkt. Osc. Eb. durch O. Tangente unendlich entfernt.

d) $l=n-l$. $(m-l, l, l+s)$-Punkt, wo i. A. $s=1$. Tang. unendlich.

e) $l>n-l$. $(m-l, n-l, l)$-Punkt. Osc. Eb. ist die unendlich ferne Ebene.

Sowohl (1, 2, 3), (1, 2, 4), (1, 3, 4) wie (2, 3, 4)-Punkte gehen in der Regel in (1, 2, 3)-Punkte über.

Besonders zu untersuchen ist der Fall $A^2+B^2+1=0$, d. i. wenn eine Erzeugende des Kegels IK Tangente in P ist; der Punkt P' ist dann offenbar in dem Kreis IKR belegen.

III A.

Die Tangente des P im Kegel IK.

Anstatt der Gleichungen (58)—(60) erhält man

$$\left.\begin{array}{ll}(62) & z'+Ax' = M\lambda^{m-l}+\dots\\ (63) & y'+Bx' = N\lambda^{n-l}+\dots\end{array}\right\}\text{ungeändert,}$$

$$(64)\quad w' = -2ALM\lambda^{m}+\dots$$

a) Es sei $A \gtrless 0$.

α) $m<n-l$. $(m-l, m, n-l)$-Punkt. Osc. Eb. durch O. } Tangente unendlich

β) $m=n-l$. $(m-l, m, m+s)$-Punkt, wo i. A. $s=1$. } entfernt.

γ) $m>n-l$. $(m-l, n-l, m)$-Punkt. Schmiegungsebene unendlich entfernt.

b) $A=0$. Aus der Gleichung $A^2+B^2+1=0$ folgt $B=\pm i$. Es ist die Schmiegungsebene des Punktes P Tangentenebene des Kegels IK. Die Gleichung (64) geht in die folgende über

$$(65)\quad w' = \pm 2LNi\lambda^{n}+\dots+M^2\lambda^{2m-l}+\dots$$

α) $n>2m$. $(m-l, 2m-l, n-l)$-Punkt. Osc. Ebene durch O.

β) $n=2m$. $(m-l, n-l, n-l+s)$-Punkt, wo i. A. $s=1$.

γ) $n<2m<n+l$. $(m-l, n-l, 2m-l)$-Punkt. }

δ) $2m=n+l$. $(m-l, n-l, n+s)$-Punkt, wo i. A. $s=0$. } Osc. Eb. unendlich.

ε) $2m>n+l$. $(m-l, n-l, n)$-Punkt. }

Die Tangente des P' ist in diesem Falle b stets in der unendlich fernen Ebene belegen, und weil $w=0$, $x\pm yi=0$ ihre Gleichungen sind, ist sie eben eine Tangente des Kreises IKR.

IV.

P unendlich entfernt, nicht in IKR.

Es sei $y=z=w=0$ der gegebene Punkt. Um Einfachheit in den Ausdrücken zu erreichen, wählen wir anfangs die Constanten so, dass der Fall, wo seine Schmiegungsebene O enthält, ausgeschlossen wird. Wir schreiben daher die Gleichung dieser Ebene in der Form $By+Cz+w=0$; es mag ferner die Curve C in P von der Ebene $y=0$ geschnitten und von $Ay+z=0$ berührt werden. Von den Gleichungen

$$\begin{aligned}y &= f_l\\ Ay+z &= f_m\\ By+Cz+w &= f_n\end{aligned}$$

leitet man ab, wenn $x=1$ gesetzt wird,

$$(66)\ x' = Hf_l - Cf_m + f_n$$
$$(67)\ y' = Hf_l^2 - Cf_l f_m + f_l f_n$$
$$(68)\ Ay' + z' = Hf_l f_m - Cf_m^2 + f_m f_n$$
$$(69)\ w' = 1 + (A^2+1)f_l^2 - 2af_l f_m + f_m^2,$$

wo $H = AC - B$ ist. P' ist natürlich in O, seine Tangente ist die Gerade OP, und er ist, insoweit $H \gtrless 0$ ist, immer ein $(l, 2l, l+m)$-Punkt. (1, 2, 3) und (1, 2, 4)-Punkte gehen folglich in (1, 2, 3)-Punkte über, ein (1, 3, 4)-Punkt wird ein (1, 2, 4)-Punkt und ein (2, 3, 4)-Punkt ein (2, 4, 5)-Punkt.

Der Fall $H = 0$, die Bedingung, dass die Tangente des P in unendlicher Entfernung sei, i. a. W. dass sie den Kreis IKR treffe, muss besonders untersucht werden. Also

IV A.

Die Tangente des P unendlich.

Statt der Gleichungen (66)—(68) erhält man

$$(70)\ x' = -Cf_m + f_n$$
$$(71)\ y' = -Cf_l f_m + f_l f_n$$
$$(72)\ Ay' + z' = -Cf_m^2 + f_m f_n.$$

a) $C \gtrless 0$.

P' wird ein $(m, l+m, 2m)$-Punkt.

b) $C = 0$, also auch $B = 0 : w = 0$ ist die Schmiegungsebene des Punktes P.

In P' entsteht ein $(n, l+n, m+n)$-Punkt.

IV B.

Die Schmiegungsebene des P durch O.

Noch einmal wollen wir eine Beschränkung machen, indem wir den Fall, wo die Tangente des P durch O geht, ausschliessen. Wenn $Ay + z = 0$ die osculirende und $By + Cz + w = 0$ eine berührende Ebene ist, folglich

$$y = f_l$$
$$By + Cz + w = f_m$$
$$Ay + z = f_n$$

gesetzt wird, hat man nur in den Gleichungen (66)—(69) f_m und f_n umzutauschen und erhält

(73) $x' = Hf_l + f_m - Cf_n$

(74) $y' = Hf_l^2 + f_l f_m - Cf_l f_n$

(75) $Ay' + z' = Hf_l f_n + f_m f_n - Cf_n^2$

(76) $w' = 1 + (A^2+1) f_l^2 - 2Af_l f_n + f_n^2$.

a) $H \gtrless 0$. P' ist ein $(l, 2l, l+n)$-Punkt.

b) $H = 0$. Geometrisch bedeutet dies, dass die Tangente des Punktes P unendlich entfernt ist. P' wird ein $(m, l+m, m+n)$-Punkt.

IV C.

Die Tangente des P durch O.

Von $w = f_l$, $y = f_m$, $Ay + z = f_n$ erhält man

(77) $x' = f_l$

(78) $y' = f_l f_m$

(79) $Ay' + z' = f_l f_n$.

P' ist also ein $(l, l+m, l+n)$-Punkt.

V.

P in IKR.

Es ist uns noch der Fall übrig, wo, wie man alsbald sehen wird, nach der Lage der Schmiegungsebene und der Tangente des Punktes P, die meisten Verschiedenheiten eintreffen können. Weil aber der Kreis IKR natürlich nur *ausnahmweise* von einer gegebenen Curve getroffen wird, sind überhaupt in der Praxis die Schwierigkeiten freilich gehoben. Zuerst schliessen wir, wie in IV, die Eventualität: Schmiegungsebene durch O, aus. Es sei denn $x+yi = z = w = 0$ der Punkt P, $w + B(x+yi) + Cz = 0$ seine osculirende, und $x+yi+Az = 0$ eine berührende Ebene. Man setze

$$z = f_l$$
$$x + yi + Az = f_m$$
$$w + B(x+yi) + Cz = f_n$$
$$x - yi = 1.$$

Wenn $AB - C = H$ gesetzt wird, erhält man die Gleichungen

$$(80)\quad \frac{x'-y'i}{Hf_l - Bf_m + f_n^2} = \frac{z'}{Hf_l^2 - Bf_l f_m + f_l f_n} = \frac{x'+y'i+Az'}{Hf_l f_m - Bf_m^2 + f_m f_n} = \frac{w'}{-Af_l + f_l^2 + f_m},$$

oder, wenn die Nenner, mit λ^l dividirt, gleich den Zählern gesezt werden und der Kürze wegen f_0, f_{m-l}, f_{n-l} statt $\frac{f_l}{\lambda^l}, \frac{f_m}{\lambda^l}$, resp. $\frac{f_n}{\lambda^l}$, geschrieben

$$(81)\quad w' = -Af_0 + f_0 f_l + f_{m-l}$$
$$(82)\quad x' - y'i = Hf_0 - B_{m-l} + f_{n-l}$$
$$(83)\quad z' = Hf_0 f_l - Bf_0 f_m + f_0 f_n$$
$$(84)\quad x' + y'i + Az' = Hf_0 f_m - Bf_{m-l} f_m + f_{m-l} f_n.$$

Für $\lambda = 0$ wird $w' = -AL$, $x' - y'i = HL$, $z' = x' + y'i = 0$. Demnach ist P' im Allgemeinen ein Punkt im Kegel IK in endlichem Abstande von O und zwar in der geraden Linie OP; seine Coordinaten sind durch die Gleichungen $\frac{x'}{HL} = \frac{y'}{HLi} = \frac{z'}{0} = \frac{w'}{-2AL}$ bestimmt. Von (81) und (82) erhält man ferner

$$(85)\quad Hw' + A(x' - y'i) = Hf_0 f_l - Cf_{m-l} + Af_{n-l}$$

von (83) und (85)

$$(86)\quad Hw' + A(x' - y'i) - z' = -Cf_{m-l} + Bf_0 f_m + Af_{n-l} - f_0 f_n.$$

Mittelst der Gleichungen (83), (84) und (86) bestimmt man die Indices des Punktes P', wie folgt.

a) $l < m-l$. $(l, m-l, m)$-Punkt. Osc. Eb. durch O. Tang. durch IKR *).

b) $l = m-l$. Dann muss zwischen (83) und (86) λ^l eliminirt werden, und man erhält

$$(87)\quad HL^2[Hw' + A(x' - y'i)] + (CM - HL^2)z' = K\lambda^{l+s} + \dots \quad (\text{i. A. } s = 1).$$

α) $l+s < m$. $(l, l+s, m)$-Punkt. Osculationsebene durch O.

β) $l+s = m$. $(l, m, m+\sigma)$-Punkt, wo i. A. $\sigma = 1$.

γ) $l+s > m$. $(l, m, l+s)$-Punkt.

c) $l > m-l$. $(m-l, l, m)$-Punkt. Tangente durch O.

(1, 2, 3) und (1, 2, 4)-Punkte werden mithin in der Regel, (1, 3, 4) und (2, 3, 4)-Punkte immer (1, 2, 3)-Punkte.

Auf die folgenden Fälle muss man besonders Acht geben:

A) $C = 0$. Die Schmiegungsebene des P berührt IKR.

B) $H = 0$. Die Tangente des P unendlich entfernt.

C) $C = H = B = 0$. Die Schmiegungsebene des P unendlich entfernt.

D) $A = 0$. Die Tangente des P in der Tangentenebene des IK in P.

E) $A = H = C = 0$. Die Tangente des P ist die Tangente des IKR in P.

F) $A = B = C = H = 0$. Nebst dem Letzten: Schmiegungsebene unendlich.

*) Man zeigt nämlich leicht, dass IKR von der Schnittlinie der Ebenen $x + yi + Az = 0$ und $Hw + A(x - yi) - z = 0$ getroffen wird.

V A.

Die Schmiegungsebene des P berührt IKR.

Die Gleichungen (83), (84) und (86) werden

(88) $z' = ABf_0 f_l - Bf_0 f_m + f_0 f_n$

(89) $x' + y'i + Az' = ABf_0 f_m - Bf_{m-l} f_m + f_{m-l} f_n$

(90) $ABw' + A(x' - y'i) - z' = Bf_0 f_m + Af_{n-l} - f_0 f_n$.

Aus (89) und (90) eliminirt man f_m:

(91) $A^2 Bw' + (A^2 - 1)x' - (A^2 + 1)y'i - 2Az' \doteq A^2 f_{n-l} + Bf_{m-l} f_m - Af_0 f_n - f_{m-l} f_n$.

Wie vorher ist P' ein endlicher Punkt.

a) $l > n - l$. $(n - l, l, m)$-Punkt. Tangente durch O.

b) $l = n - l$. Man muss aus (88) und (90) λ^l eliminiren, wodurch

(92) $BL^2[ABw' + A(x' - y'i)] - (BL^2 + N)z' = K\lambda^{l+s} + \dots$ (i. A. $s = 1$).

α) $l + s < m$. $(l, l + s, m)$-Punkt. Osculationsebene durch O.

β) $l + s = m$. $(l, m, m + \sigma)$-Punkt.

γ) $l + s > m$. $(l, m, l + s)$-Punkt.

c) $l < n - l < m$. $(l, n - l, m)$-Punkt. Osc. Eb. durch O.		Tang. durch IKR.
d) $n - l = m$. $(l, m, m + s)$-Punkt.		
e) $2m - l > n - l > m$. $(l, m, n - l)$-Punkt	Osc. Eb. berührt IKR *).	
f) $2m - l = n - l$. $(l, m, n - l + s)$-Punkt; i. A. $s = 0$.		
g) $2m - l < n - l$. $(l, m, 2m - l)$-Punkt.		

V B.

Die Tangente des P unendlich.

Wenn $H = 0$ ist, gehen die Gleichungen (82)—(84) in die folgenden über

(93) $x' - y'i = -Bf_{m-l} + f_{n-l}$

(94) $z' = -Bf_0 f_m + f_0 f_n$

(95) $x' + y'i + Az' = -Bf_{m-l} f_m + f_{m-l} f_n$

Der secundäre Punkt ist also ein in O belegener $(m - l, m, 2m - l)$-Punkt, dessen Tangente OP ist.

---

*) Der Bedingung, dass IKR von einer Ebene $Ax + By + Cz + Dw = 0$ berührt werde, die $A^2 + B^2 + C^2 = 0$ ist, genügt nämlich die fragliche osculirende Ebene, dessen Gleichung $A^2 Bw' + (A^2 - 1)x' - (A^2 + 1)y'i - 2Az' = 0$ ist.

V C.

Die Schmiegungsebene des P unendlich.

Die Bedingungen $B=C=H=0$ verändern die obigen Gleichungen folgendermassen

$$(96)\quad x'-y'i=f_{n-l}$$
$$(97)\quad z'=f_0 f_n$$
$$(98)\quad x'+y'i+Az'=f_{m-l}f_n.$$

Auch hier fällt P' mit O und seine Tangente mit OP zusammen; die Indices werden $(n-l,\ n,\ m+n-l)$.

V D.

Die Tangente des P in der Tangentenebene des IK in P.

Anstatt der Gleichungen (81)—(84) erhält man für $A=0$

$$(99)\quad x'-y'i=-Cf_0-Bf_{m-l}+f_{n-l}$$
$$(100)\quad w'=f_0 f_l+f_{m-l}$$
$$(101)\quad z'=-Cf_0 f_l-Bf_0 f_m+f_0 f_n$$
$$(102)\quad x'+y'i=-Cf_0 f_m-Bf_{m-l}f_m+f_{m-l}f_n$$

P' ist folglich ein unendlicher Punkt und zwar der Punkt P selbst. Aus (100) und (101) folgt

$$(103)\quad z'+Cw'=Cf_{m-l}-Bf_0 f_m+f_0 f_n$$

a) $m-l<l$. $(m-l,\ l,\ m)$-Punkt. Tang. durch O. Osc. Eb. ist die Tangentenebene des IK.

b) $m-l=l$. Man eliminirt λ^l aus (101) und (103), wodurch

$$(104)\quad (L^2+M)z'+CL^2w'=K\lambda^{l+s}+\ldots.\ (\text{wo i. A. } s=1).$$

α) $l+s<m$. $(l,\ l+s,\ m)$-Punkt. Osc. Eb. die Tangenteneb. des IK.

β) $l+s=m$. $(l,\ m,\ m+\sigma)$-Punkt. } Tangente in der Tangenteneb. des IK.

γ) $l+s>m$. $(l,\ m,\ l+s)$-Punkt. } Tangente in der Tangenteneb. des IK.

c) $m-l>l$. $(l,\ m-l,\ m)$-Punkt. Osc. Eb. die Tangenteneb. des IK.

V E.

Die Tangente des P ist die Tangente des IKR in P.

Um diesen Fall zu haben muss man in den letzten Gleichungen $C=0$ setzen; sei

a) $l < m - l$. Wir erinnern, dass in (99)—(102) die linken Seiten den rechten eigentlich nur proportional sind; wir dividiren daher diese noch einmal mit λ^l und erhalten

$$(105)\quad w' = L^2 + \dots.$$
$$(106)\quad x' - y'i = - BM\lambda^{m-2l} + \dots.$$
$$(107)\quad z' = - BLM\lambda^{m-l} + \dots.$$
$$(108)\quad x' + y'i = - BM^2\lambda^{2(m-l)} + \dots.$$

Der secundäre Punkt ist in O; seine Indices sind $(m - 2l, m - l, 2m - 2l)$. Tangente ist die Gerade OP, Schmiegungsebene die Tangentenebene des IK in P.

b) $l = m - l$. Wird f_{m-l} aus (99) und (100) eliminirt, erhält man für $C = 0$

$$(109)\quad x' - y'i + Bw' = Bf_0 f_l + f_{n-l}$$

Da man wieder mit λ^l dividirt, erhält man von (99), (109), (101) und (102)

$$(110)\quad x' - y'i = - BM + \dots.$$
$$(111)\quad x' - y'i + Bw' = BL^2 + \dots.$$
$$(112)\quad z' = - BLM\lambda^l + \dots.$$
$$(113)\quad x' + y'i = - BM^2\lambda^m + \dots.$$

Aus (110) und (111) muss λ^0 eliminirt werden, wodurch

$$(114)\quad BMw' + (L^2 + M)(x' - y'i) = K\lambda^s + \dots.\ \text{(i. A. } s = 1\text{)}.$$

Es wird mithin P' in der Regel ein endlicher Punkt.

α) $s < l$. (s, l, m)-Punkt. Tang. durch O. Osc. Eb. die Tang.-eb. des IK.

β) $s = l$. Entweder $(l, l + \sigma, m)$-Punkt, dessen osc. Eb. die Tangentenebene des IK ist, oder $(l, m, m + \tau)$-Punkt, oder $(l, m, l + \sigma)$-Punkt, je nachdem $\sigma < = > l$ ist.

γ) $m > s > l$. (l, s, m)-Punkt. Osc. Eb. die Tangenteneb. des IK.

δ) $m = s$. $(l, m, m + \sigma)$-Punkt.

ε) $m < s$. (l, m, s)-Punkt.

Wenn $L^2 + M = 0$ ist, wird P' unendlich entfernt.

c) $l > m - l$. Man dividirt die rechten Seiten der Gleichungen (99), (109), (101) und (102) mit λ^{m-l} und erhält so

$$(115)\quad x' - y'i = - BM + \dots.$$
$$(116)\quad x' - y'i + Bw' = BL^2\lambda^{2l-m} + \dots + N\lambda^{n-m} + \dots.$$
$$(117)\quad z' = - BLM\lambda^l + \dots.$$
$$(118)\quad x' + y'i = - BM^2\lambda^m + \dots.$$

Der Punkt P' ist immer endlich.

α) $n > 2l$. $(2l - m, l, m)$-Punkt. Osc. Eb. die Tang.-eb. des IK. Tang. durch O.

β) $n = 2l$. Dasselbe Resultat wie in α, wenn nicht etwa $BL^2 + N = 0$ ist. Die verschiedenen Fälle, die mit dieser Bedingung möglich sind, finden sich ohne Schwierigkeit.

γ) $n < 2l$. $(n-m,\ l,\ m)$-Punkt. Osc. Eb. und Tang. wie in α.

V F.

Die Schmiegungsebene des P unendlich, Tangente die Tangente des IKR.

Wenn $A = B = C = H = 0$ ist, so nehmen die Gleichungen (80) die folgende Form an:

$$(120)\quad \frac{w'}{f_l^2 + f_m} = \frac{x' - y'i}{f_n} = \frac{z'}{f_l f_n} = \frac{x' + y'i}{f_m f_n}.$$

a) $2l < m$. Man dividirt mit λ^{2l} und erhält offenbar einen $(n - 2l,\ n - l,\ n + m - 2l)$-Punkt in O, dessen Tangente OP und Schmiegungsebene diejenige Tangentenebene des IK ist, die OP enthält. Wenn ferner

b) $2l = m$ und $L^2 + M \gtrless 0$ ist, erhält man natürlich dasselbe Resultat, also $(n-m,\ n-l,\ n)$-Punkt in O, u. s. w. Für $L^2 + M = 0$ können mehrere, leicht zu findenden, Fälle eintreffen.

c) $2l > m$. Man hat mit λ^m zu dividiren und findet für P' einen $(n - m,\ n-m+l,\ n)$-Punkt in O; übrigens wie in a.

V G.

Die Schmiegungsebene des P durch O.

Wenn man $z = f_l$, $w + Cz = f_m$, $x + yi + Az = f_n$ setzt, wodurch freilich der Fall, wo die Tangente des P durch O geht, ausgeschlossen wird, hat man, um P' zu bestimmen, nur in den Gleichungen (80) $B = 0$, $f_m = f_n$, $f_n = f_m$ zu machen. Man erhält so

$$(121)\quad \frac{x' - y'i}{-Cf_l + f_m} = \frac{w'}{-Af_l + f_l^2 + f_n} = \frac{z'}{-Cf_l^2 + f_l f_m} = \frac{x' + y'i + Az'}{-Cf_l f_m + f_m f_n}.$$

Die Nenner mit λ^l dividirt, schreiben wir

$$(122)\quad x' - y'i = -Cf_0 + f_{m-l}$$

$$(123)\quad w' = -Af_0 + f_0 f_l + f_{n-l}$$

$$(124)\quad z' = -Cf_0 f_l + f_0 f_m$$

$$(125)\quad x' + y'i + Az' = -Cf_0 f_n + f_{m-l} f_n$$

P' ist ein endlicher Punkt, dessen Coordinaten durch die Gleichungen $\frac{x}{C} = \frac{y'}{Ci} = \frac{z'}{0} = \frac{w'}{2A}$ gegeben sind. Aus (122), (123) und (124) erhält man

(126) $Cw' - A(x'-y'i) + z' = -Af_{m-l} + Cf_{n-l} + f_0 f_m$

a) $l < m-l$. $(l,\ m-l,\ n)$-Punkt. Osc. Eb. durch O. Tang. durch IKR.

b) $l = m-l$. $(l,\ l+s,\ n)$-Punkt, dessen Schmiegungsebene O enthält, oder $(l,\ n,\ n+\sigma)$-Punkt, oder $(l,\ n,\ l+s)$-Punkt, je nachdem $l+s <=> n$ ist.

c) $l > m-l$. $(m-l,\ l,\ n)$-Punkt. Tangente durch O.

V H.

Die Schmiegungsebene des P durch O, Tangente unendlich.

Man hat für diesen Fall im vorhergehenden $C = 0$ zu setzen, wodurch man erhält

$$(127)\quad x'-y'i = f_{m-l}$$
$$(128)\quad w' = -Af_0 + f_0 f_l + f_{n-l}$$
$$(129)\quad z' = f_0 f_m$$
$$(130)\quad x'+y'i+Az' = f_{m-l} f_n$$

Es wird also P' stets ein $(m-l,\ m,\ m+n-l)$-Punkt in O, dessen Tangente OP ist.

V I.

Die Schmiegungsebene des P die Tangentenebene des IK.

Um diesen Fall zu haben, setzt man in den Gleichungen (122)—(126) $A = 0$, wodurch

$$(131)\quad x'-y'i = -Cf_0 + f_{m-l}$$
$$(132)\quad Cw' + z' = Cf_{n-l} + f_0 f_m$$
$$(133)\quad z' = -Cf_0 f_l + f_0 f_m$$
$$(134)\quad x'+y'i = -Cf_0 f_m + f_{m-l} f_n$$

P' wird ein unendlich entfernter Punkt, mit P zusammenfallend.

a) $n-l < l$. $(n-l, l, n)$-Punkt. Tangente durch O.

b) $n-l = l$. I. A. $(l, l+1, n)$-Punkt.

c) $m > n-l > l$. $(l, n-l, n)$-Punkt.

d) $m = n-l$. I. A. (l, m, n)-Punkt.

e) $m < n-l$. (l, m, n)-Punkt.

(b–e: Die Osculationsebene ist die Tangentenebene des Kegels IK.)

V K.

Die Schmiegungsebene des P durch O, Tangente die Tangente des IKR.

$A = C = 0$ in (121) liefert die Gleichungen

$$(135)\quad \frac{x'-y'i}{f_m} = \frac{w'}{f_l^2+f_n} = \frac{z'}{f_l f_m} = \frac{x'+y'i}{f_m f_n}.$$

a) Wenn $2l < m$ ist, erhält man, nach der Division der Nenner mit λ^{2l}, einen $(m-2l,\ m-l,\ m+n-2l)$-Punkt in O, dessen Schmiegungsebene die Tangentenebene des IK durch OP und dessen Tangente OP ist.

b) $2l = m$. Da man wieder mit λ^{2l} dividirt, erhält man

$$(136)\quad x'-y'i = M + \ldots .$$
$$(137)\quad w' = L^2 + \ldots .$$
$$(138)\quad z' = LM\lambda^l + \ldots .$$
$$(139)\quad x'+y'i = MN\lambda^n + \ldots .$$

Es wird demnach P' ein Punkt in endlichem Abstande; aus (136) und (137) eliminirt man λ^0, wodurch

$$(140)\quad Mw' - L^2(x'-y'i) = K\lambda^s + \ldots .$$

α) $s<l$. (s, l, n)-Punkt. Tang. durch O.
β) $s=l$. I. A. $(l,\ l+1,\ n)$-Punkt.
γ) $n>s>l$. $(l,\ s,\ n)$-Punkt.
(für α–γ:) Osc. Eb. ist die Tang.-eb. des IK.
δ) $n = s$. $(l,\ n,\ n+\sigma)$-Punkt.
ε) $n<s$. $(l,\ n,\ s)$-Punkt.

c) $n>2l>m$. $(2l-m,\ l,\ n)$-Punkt, unendlich. Tang. durch O. Osc. Eb. die Tang.-eb. des IK.

d) $n = 2l$. Dasselbe Resultat, wenn $L^2+N \gtrless 0$ ist. Sonst leicht zu erreichen.

e) $n<2l$. $(n-m,\ l,\ n)$-Punkt; übrigens wie in c.

V L.

Die Tangente des P durch O.

Wenn $w = f_l,\ z = f_m,\ x+yi+Az = f_n,\ x-yi = 1$ gesetzt wird, erhält man

$$(141)\quad \frac{x'-y'i}{f_l} = \frac{w'}{-Af_m+f_n+f_m^2} = \frac{z'}{f_l f_m} = \frac{x'+y'i+Az'}{f_l f_n}.$$

Man übersieht sofort, dass P' ein in P belegener $(m-l,\ m,\ n)$-Punkt wird; seine Tangente enthält O.

Für $A = 0$ hat man einen besonders zu untersuchenden Fall, nämlich

V M.

Die Tangente des P durch O, Schmiegungsebene die Tangentenebene des IK.

Die letzten Gleichungen können in folgender Weise geschrieben werden

(142) $x' - y'i = f_0$

(143) $w' = f_{n-l} + f_{m-l} f_m$

(144) $z' = f_0 f_m$

(145) $x' + y'i = f_0 f_n$

wo f_0, f_{m-l} und f_{n-l} selbstverständlich dieselbe Bedeutung wie vorher haben. Der Punkt P' ist in P belegen.

a) $n-l<m$. $(n-l, m, n)$-Punkt. Tang. durch O. Osc. Eb. die Tangenteneb. des IK.

b) $n-l=m$. Man muss aus (143) und (144) λ^m eliminiren, wodurch

(146) $LMw' - Nz' = K\lambda^{m+s} + \ldots.$

α) $m+s<n$. $(m, m+s, n)$-Punkt. Osc. Eb. die Tang.-eb. des IK.

β) $m+s=n$. $(m, n, n+\sigma)$-Punkt. } Tang. in der Tangenteneb. des IK.

γ) $m+s>n$. $(m, n, m+s)$-Punkt. } Tang. in der Tangenteneb. des IK.

c) $2m-l>n-l>m$. $(m, n-l, n)$-Punkt. Osc. Eb. durch O. Tang. die Tang. des IKR.

d) $2m-l=n-l$. Dasselbe Resultat, wenn $M^2+N \gtrless 0$ ist; für $M^2+N=0$ hat man

entweder $(m, n-l+s, n)$-Punkt, osc. Eb. u. Tang. wie in c,

oder $(m, n, n+\sigma)$-Punkt } Tang. die Tang. des IKR.

oder $(m, n, n-l+s)$-Punkt, osc. Eb. unendlich. } Tang. die Tang. des IKR.

e) $2m-l<n-l$. $(m, 2m-l, n)$-Punkt, übrigens wie in c.

Setzt man sich die Aufgabe vor, die Charaktere der secundären Curve zu bestimmen, leuchtet es sofort ein, dass eine Untersuchung aller speciellen Fälle, wenn sie nicht rein unmöglich ist, einen fast unbegrenzten Raum einnehmen würde. Desswegen gedenke ich, ausser dem allgemeinsten Falle nur ein Paar von den wichtigeren speciellen zu behandeln. Bei der Behandlung des allgemeinen Falles, welche zuerst folgt, hat man natürlich z. B. anzunehmen, dass die primäre Curve C weder den Anfangspunkt O enthält noch dem Kreise IKR begegnet.

Weil es in dem Folgenden auch von den abwickelbaren Flächen Rede wird, die zu den Curven C und C' gehören, wollen wir diese Flächen, der Kürze wegen, mit F und F' bezeichnen. Fernen nennen wir die Charaktere der gegebenen Curve C: $m, n, r, g, h, x, y, \alpha, \beta, \theta, d, D$ und Δ, die der Curve C': m', n', r', usw. Weil aber d und Δ nur in den Binomen $x+d$, $y+d$ und $g+\Delta$ vorkommen, seien diese kurzweg mit x, y, resp. g bezeichnet. Es sei dazu anfangs $\theta=0$.

Die Curve C' wird unendlich, so oft als C einen Punkt im Kegel IK hat (vgl. II); da aber C diesen Kegel $2m$-mal durchsetzt, muss die Zahl von Punkten, die C' und die unendlich ferne Ebene gemein haben, und die alle im Kreise IKR belegen sind, $2m$ sein. Demnach hat man für die Ordnung der secundären Curve die Gleichung

$$(147)\quad m'=2m.$$

Die unendlich entfernten Punkte der Curve C, welche m an der Zahl sind, müssen in C' zu m Zweigen durch O Anlass geben, die in der Regel verschiedene Tangenten haben (vgl. IV); es hat also C' in O einen m-fachen Punkt. Es erhellt auch, dass einem wirklichen Doppelpunkte der Curve C ein Doppelpunkt in C' entspricht. Mithin wird

$$(148)\quad D'=D+{}^1/_2\,m(m-1).$$

In I und II sieht man, dass der erste Index l keine Veränderung leidet (den sehr speciellen Fall II D ausgenommen); da die Zahl der Rückkehrpunkte nur von diesem Index abhängig ist, wird folglich β im Allgemeinen ungeändert.

$$(149)\quad \beta'=\beta.$$

Um den Rang der Curve C' zu haben, betrachte man die ebenen Schnittcurven der unendlichen Ebene und der Flächen F, resp. F'; heissen sie S und S'. Wir erinnern daran, dass eine solche Curve die Spur ist "der Linien des Systems," dass ihre Ordnung dem Rang des Systems gleich ist, und dass die Schnittpunkte ihrer Ebene mit der gegebenen Curve ihre stationären Punkte sind. Demnach ist r' die Ordnung der Curve S'; sie muss also vom Kreise IKR in $2r'$ Punkten geschnitten worden. Diese $2r'$ Schmittpunkte entstehen in zwei verschiedenen Weisen; sie sind

a) die $2m$ unendlichen Punkte in C', deren jeder, als Rückkehrpunkt in S', zweimal gerechnet werden muss;

b) die $2r$ Punkte, welche die Spuren sind derjenigen $2r$ Linien, die den IKR treffenden Tangenten der Curve C entsprechen (vgl. S. 9, 10). Es wird also $2r'=4m+2r$, oder

$$(150)\quad r' = r + 2m.$$

Man kann diese Formel auch anders ableiten. Eine willkührliche gerade Linie A durch O schneidet r Linien der Fläche F. Betrachten wir eine von diesen Linien L, und sei P ihr Berührungspunkt mit C. Bei der sphärischen Inversion entspricht der Linie L ein Kreis durch O, welcher C' in dem P entsprechenden Punkte P' berührt und in der Ebene AL liegt. Ferner sieht man ein, dass dieser Kreis in derselben Ebene wie die Tangente des P' sein muss, dass folglich auch diese in der Ebene AL liegt. Es begegnet also die Gerade A r Linien der Fläche F'. In O schneidet sie aber die Tangenten der durch diesen Punkt gehenden m Zweige der Curve C', deren jede für 2 gerechnet werden muss, weil nämlich das Zusammentreffen eben im Berührungspunkt Statt findet. So erhält man wieder die erwähnte Formel.

Um die Classe der secundären Curve zu haben, erinnern wir, dass, wenn in C ein Punkt gegeben ist, dessen Schmiegungsebene durch O geht, diese Ebene in der Regel auch die Curve C' osculirt (I A) *). Es entstehen so n osculirende Ebenen dieser Curve, welche durch O gehen. Ferner ist es unmöglich, von einem Punkt, dessen Schmiegungsebene ausserhalb O ist, nach einem Punkt zu gelangen, dessen Schmiegungsebene O enthält, wenn nicht die beiden ersten Indices jenes Punktes, l und m, durch die Relation $2l < m$ verbunden sind (vgl. I a—I c); da aber die Zahl von stationären Tangenten in einem (l, m, n)-Punkt $m-l-1$ ist, und nach der Annahme $\theta = 0$ ist, muss stets $m = l + 1$ sein, also $m \leq 2l$. Weil dagegen O in C' ein m-facher Punkt ist, müssen den obigen n Osculationsebenen noch m hinzugefügt werden, deren jede bei Bestimmung der Classe offenbar dreimal zu rechnen ist. Also erhält man

$$(151)\quad n' = n + 3m.$$

In der That, wenn drei der Grössen m', n', r' und β' gegeben sind, kann man bekanntlich mit Hülfe der Cayleyschen Formeln für die Charaktere einer doppeltgekrümmten Curve die vierte ableiten. Seien z. B. m', r' und β' schon berechnet, findet man aus der Formel $n' - \beta' = 3(r' - m')$ für n' den angegebenen Werth; es ist dies eine Bestätigung der Richtigkeit der Gleichungen (147), (149), (150) und (151). Aus jenen Formeln erhält man ferner

---

*) Doch nicht in demjenigen Falle, wo der Krümmungskreis der Curve C durch O geht; dann erhält C' eine stationäre Tangente. Weil aber dies allerdings eine Ausnahme ist, nehmen wir bis auf weiteres an, es sei $\theta' = 0$.

(152) $\alpha' = \alpha + 4m$

(153) $h' + D' = h + D + {}^3/_2 m(m-1)$

oder, da nach (148) $D' = D + {}^1/_2 m(m-1)$ ist,

(154) $h' = h + m(m-1)$

(155) $g' = g + {}^1/_2 m(9m + 6n - 17)$

(156) $x' = x + 2m(m + r - 2)$

(157) $y' = y + 2m(m + r - 3)$.

Weil ${}^1/_2(r'-1)(r'-2)-(m'+x') = {}^1/_2(r-1)(r-2)-(m+x)$ ist, hat man, wenn p das Geschlecht der Curve C, p' das der Curve C' bedeutet,

(158) $p' = p$.

Diese Gleichung ist eine zweite Bestätigung für die Richtigkeit der obigen Formeln.

Die Anwesenheit von stationären Tangenten in C bringt Veränderungen hervor. Nehmen wir an, es komme diese Singularität in der einfachsten Weise vor, also nur in (1, 3, 4)-Punkten, erhält man für jeden solchen Punkt im Allgemeinen einen (1, 2, 3)-Punkt in C', dessen osculirende Ebene O enthält (I a). Statt der Gleichung (151) erhält man daher

(159) $n' = n + 3m + \theta$.

Die Gleichungen (154) und (157) bleiben ungeändert. Die übrigen Charaktere werden

(160) $\alpha' = \alpha + 4m + 2\theta$

(161) $g' = g + {}^1/_2 m(9m + 6n - 17) + (3m + n - {}^7/_2)\theta + {}^1/_2 \theta^2$

(162) $x' = x + 2m(m + r - 2) + \theta$.

Sind aber stationäre Tangenten in höheren Singularitäten in C vorhanden, erhält man solche auch in C', und zwar bleibt ihr Anzahl unverändert, wenn zwischen den Indices der primären Curve die Relation $2l \geqq m$ Statt findet; ist dagegen $2l < m$, wird ihr Anzahl um $m - 2l$ vermindert (I). Dadurch, dass man alle Singularitäten der gegebenen Curve genau untersucht, lässt sich θ' ohne Schwierigkeit bestimmen. Die Charaktere der Curve C' ergeben sich, wenn man in die obigen Gleichungen $\theta - \theta'$ statt θ substituirt. Also

(163) $n' = n + 3m + \theta - \theta'$

(164) $\alpha' = \alpha + 4m + 2(\theta - \theta')$

(165) $g' = g + {}^1/_2 m(9m + 6n - 17) + (3m + n - {}^7/_2)(\theta - \theta') + {}^1/_2(\theta - \theta')^2$

(166) $x' = x + 2m(m + r - 2) + \theta - \theta'$.

Man findet auch in diesem Falle $p' = p$.

Wenn der Anfangspunkt O in der gegebenen Curve C liegt und ein gewöhnlicher (1, 2, 3)-Punkt ist, wird der Kegel IK nur in $2m-2$ anderen Punkten von C geschnitten; es entstehen folglich in C' $2m-2$ unendliche Punkte, die in IKR belegen sind, und einer, der nicht in IKR ist (II u. III). Man erhält also für die Ordnung der secundären Curve

$$(167)\quad m' = 2m - 1.$$

Die Gleichungen (148) und (149) bleiben ungeändert. Weil der Kreis IKR nur durch $2m-2$ Rückkehrpunkte der ebenen Curve S' geht, erhält man, statt der die Formel (150) gründenden Gleichung $2r' = 2r + 4m$, in diesem Falle $2r' = 2r + 2(2m-2)$, mithin

$$(168)\quad r' = r + 2(m-1).$$

Wenn die Schmiegungsebene der primären Curve in O abgerechnet wird, können durch O nur $n-3$ andere Schmiegungsebene dieser Curve gezogen werden. Also muss man, da jene Ebene C' nicht osculirt (III), in die Gleichung (163) $n-3$ statt n einsetzen; man erhält

$$(169)\quad n' = n + 3(m-1) + \theta - \theta'.$$

Dieser Werth von n' stimmt auch mit den Cayleyschen Formeln überein. Die übrigen Charaktere ergeben sich, wie folgt,

$$(170)\quad \alpha' = \alpha + 4(m-1) + 2(\theta - \theta')$$
$$(171)\quad g' = g + {}^1/_2(m-1)(9m+6n-26) + (3m + n - {}^{13}/_2)(\theta - \theta') + {}^1/_2(\theta - \theta')^2$$
$$(172)\quad h' = h + (m-1)(m-2)$$
$$(173)\quad x' = x + 2(m-1)(m+r-3) + \theta - \theta'$$
$$(174)\quad y' = y + 2(m-1)(m+r-4)$$
$$(175)\quad p' = p.$$

Ferner behandeln wir den Fall, wo die gegebene Curve IKR schneidet, z. B. s-mal. Sie schneidet denn IK in $2m-s$ endlichen Punkten, und man erhält

$$(176)\quad m' = 2m - s.$$

Da die unendlichen Punkte der gegebenen Curve, welche ausserhalb IKR belegen sind, $m-s$ sind, und den s Punkten in IKR in der Regel endliche Punkte in IK entsprechen, wird O ein $(m-s)$-facher Punkt in C', mithin

$$(177)\quad D' = D + {}^1/_2(m-s)(m-s-1)$$

Unter den stationären Punkten der ebenen Curve S sind s in IKR belegen; folglich schneiden sich S und IKR nur in $2r-2s$ anderen, gewöhnlichen Punkten in C, welche zu $2r-2s$ Schnittpunkten der Curven S' und

IKR Anlass geben. Ferner hat S' $2m-s$ Rückkehrpunkte in *IKR*, also erhält man $2r'=2r-2s+2(2m-s)$, und

(178) $r'=r+2(m-s)$.

Weil C' nur $m-s$ Zweige in O hat, muss man, um die Classe dieser Curve zu haben, in die Gleichung (163) $m-s$ statt m einsetzen; also

(179) $n'=n+3(m-s)+\theta-\theta'$.

Die übrigen Charaktere werden

(180) $\beta'=\beta$

(181) $\alpha'=\alpha+4(m-s)+2(\theta-\theta')$

(182) $g'=g+{}^1/_2(m-s)[9(m-s)+6n-17]+[3(m-s)+n-{}^7/_2](\theta-\theta')+{}^1/_2(\theta-\theta')^2$

(183) $h'=h+(m-1)(m-s)$

(184) $x'=x+2(m-s)(m-s+r-2)+\theta-\theta'$

(185) $y'=y+2(m-s)(m-s+r-3)$

(186) $p'=p$.

Was schon angeführt ist, sei hinreichend um zu zeigen, wie man die Charaktere der secundären Curve ableitet. Es ist auch nicht meine Absicht, in die vielfachen Einzelheiten näher einzugehen, welche bei Curven beliebigen Grades sich darstellen können. Jedoch sei es mir zuletzt erlaubt, zur Beleuchtung des Vorhergehenden die verschiedenen Curven dritter Ordnung etwas ausführlicher in Betracht zu nehmen; man wird denn auch Gelegenheit haben, mit einigen neuen besonderen Fällen Bekanntschaft zu machen. Wenn C eine gewundene Curve dritter Ordnung ist, sind ihre Charaktere

$m=3,\ r=4,\ n=3,\ \beta=\alpha=\theta=D=0,\ g=h=1,\ x=y=0,\ p=0.$

Zuerst nehmen wir an, es sei C eine cubische Hyperbel. C' hat denn 3 reelle, verschiedene Zweige durch O, und man erhält, wenn C durch O nicht geht:

$m'=6,\ r'=10,\ n'=12,\ \beta'=0,\ D'=3,\ \alpha'=12,\ g'=43,\ h'=7,\ x'=30,\ y'=24,\ p'=0.$

Ist O in C, werden die C'-Charaktere:

$m'=5,\ r'=8,\ n'=9,\ \beta'=0,\ D'=3,\ \alpha'=8,\ g'=20,\ h'=3,\ x'=16,\ y'=12,\ p'=0.$

Im Falle der cubischen Ellipse werden die zwei Zweige der secundären Curve in O imaginär. Übrigens leiden die Charaktere keine Veränderungen, wenn nicht die imaginären unendlichen Punkte der gegebenen Curve im Kreise *IKR* liegen; dann hat die Curve C' nur einen Zweig in O, und ihre Charaktere sind:

$m'=4,\ r'=6,\ n'=6,\ \beta'=0,\ \alpha'=4,\ D'=0,\ g'=6,\ h'=3,\ x'=6,\ y'=4,\ p'=0,$

wenn die cubische Ellipse O nicht enthält. Ist aber dies der Fall, erhält man:

$m'=3,\ r'=4,\ n'=3,\ \beta'=0,\ \alpha'=0,\ D'=0,\ g'=1,\ h'=1,\ x'=0,\ y'=0,\ p'=0;$

die secundäre Curve ist auch eine cubische Ellipse, die durch O geht, und deren unendliche imaginäre Punkte in IKR belegen sind.

Ist die C-Curve eine cubisch-hyperbolische Parabel, welche also von der unendlich fernen Ebene berührt wird, und welche O nicht enthält, bekommt C' einen Zweig in O mit Rückkehrpunkt (IV A a) und einen ordinären Zweig; mithin wird $\beta' = 1$, $D' = 2$. Ferner muss, bei Berechnung der Zahl von Schmiegungsebenen, die durch O gezogen werden können, die jenes Zweiges 4-mal und die dieses 3-mal gerechnet werden, mithin wird $n' = n + 7 = 10$; m' ist wie vorher $= 6$. Die Curve S besteht aus der unendlich entfernten Gerade, die C berührt, und einer Curve dritter Ordnung, die also IKR in 6 Punkten schneidet. Zu Bestimmung der Zahl der Schnittpunkte $2r'$ der Curven S' und IKR erhält man folglich die Gleichung $2r' = 6 + 4m = 18$, woraus $r' = 9$, welcher Werth des r' auch vermittelst der Cayleyschen Formeln hätte abgeleitet werden können. Die C'-Charaktere werden also:

$$m'=6,\ r'=9,\ n'=10,\ \beta'=1,\ \alpha'=9,\ D'=2,\ g'=27,\ h'=7,\ x'=22,\ y'=18,\ p'=0.$$

Geht C durch O, erhält man leicht:

$$m'=5,\ r'=7,\ n'=7,\ \beta'=1,\ \alpha'=5,\ D'=2,\ g'=10,\ h'=3,\ x'=10,\ y'=8,\ p'=0.$$

Wenn zuletzt C eine cubische Parabel ist, die durch O nicht geht, wird O ein (3, 4, 5)-Punkt in C' (IV A b), also $\beta'=2$, $D'=0$; m' ungeändert $=6$; n' erhält man $= n + 5 = 8$. S besteht aus der Tangente der Curve C in ihrem unendlich fernen Punkt und einem Kegelschnitt, der mit IKR also 4 Punkte gemein hat. Folglich ergiebt sich r' aus der Gleichung $2r' = 4 + 4m$, mithin $r' = 8$. Also

$$m'=6,\ r'=8,\ n'=8,\ \beta'=2,\ \alpha'=6,\ D'=0,\ g'=15,\ h'=8,\ x'=15,\ y'=13,\ p'=0.$$

Wenn O in der cubischen Parabel ist:

$$m'=5,\ r'=6,\ n'=5,\ \beta'=2,\ \alpha'=2,\ D'=0,\ g'=4,\ h'=4,\ x'=5,\ y'=5,\ p'=0.$$

Es gelten diese Resultate nur unter der Bedingung, dass keine stationären Tangenten in C' entstehen; man hat also überall die Gleichung $\theta' = 0$ hinzuzufügen. In der That, wenn C eine Curve dritter Ordnung ist, können in C' nur dadurch stationäre Tangenten entstehen, dass O in irgend einem Krümmungskreis der Curve C liegt. Wenn dieser Ausnahmefall vorhanden ist, lassen sich die Veränderungen, welche die C'-Charaktere leiden, ohne Schwierigkeit ableiten.



Om plana algebraiska kurvors rektifiabilitet

af

J. M. LOVÉN.

Inledning.

§ 1. Låt $f(x, y) = 0$ vara eqvationen till en plan algebraisk kurva, som vi kortligen skola benämna f. Dennas båglängd s uttryckes genom integralen:

$$s = \int dx \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}.$$

Genom elimination af y och y' mellan likheterna: $f(x, y) = 0$; $f'_x(x, y) + y' f'_y(x, y) = 0$; $u^2 = 1 + y'^2$, erhålles en eqvation, $F(x, u) = 0$, som, i fall x anses för abskissa, u som ordinata, representerar en ny kurva, kortligen F. Denna är fundamentalkurva till den Abel'ska integralen $s = \int u\, dx$.

För att afgöra, hvad slags funktion s är af x, är det uppenbarligen af största vigt att känna kurvans F slägte, som vi skola beteckna med P. Är $P = 0$, kan s uttryckas genom algebraiska funktioner och logaritmer, i fallet $P = 1$ är s i allmänhet en elliptisk integral, är P ännu större, blir s en Abel'sk integral med i regel flera än två perioder.

Vi komma derföre här företrädesvis att sysselsätta oss med bestämmandet af talet P. Först skola vi tillse, hvilken singularitet på $F(x, u) = 0$ svarar mot en på f, och dervid följa en af Prof. Björling angifven metod *). Dess förinnan må ett par anmärkningar göras.

*) C. F. E. Björling. Über entsprechende Singularitäten in algebraischen ebenen Curven. Upsala 1879.

§ 2. Mot en punkt på f svara uppenbarligen på F två punkter, som båda hafva gemensam abskissa med f-punkten och sins emellan numeriskt lika, men till tecken motsatta ordinator. F blir derföre alltid symmetrisk i afseende på x-axeln. Vidare är tydligt, att en förskjutning af f i y-riktningen alls icke inverkar på F, och att en förskjutning i x-riktningen af förstnämda kurva endast har till följd en lika stor förflyttning af F åt samma håll. För undersökningen af kurvans F singulariteter, kunna vi derföre städse tänka oss motsvarande ändliga f-singulariteter förlagda i origo, och för de oändliga punkterna på f de ändliga tangenterna (asymptoterna) gående genom origo.

Undersökning af singulariteterna hos kurvan $F(x, u) = 0$.

§ 3. Vid den nu följande undersökningen skola vi städse antaga kurvans f singularitet med indices n, m (n och m positiva hela tal, $n > m$, så att n betyder antalet kontaktspunkter med tangenten, m antalet skärningspunkter med en annan rät linie genom samma punkt) egentlig, d. v. s, att den ej genom Newton-Cramerska metoden kan uppdelas i flera skilda grenar, eller med andra ord, att punkten i fråga är en åtminstone $(m-1)$-faldig kritisk punkt för funktionen y, så att af de derstädes sammanfallande y-värdena ett kan öfverföras i hvilket som helst af de öfriga derigenom, att x i sitt plan gör omgångar kring den kritiska punkten. Två eller flera grenar af f genom samma punkt hafva, såsom man lätt torde inse, på F alldeles samma verkan, som om de vore helt och hållet skilda.

§ 4. 1) Punkt ändlig, tangent $y = \lambda x$. Vi kunna uttrycka x och y såsom konvergenta dignitetsserier af en parameter α *).

A) λ hvarken $= 0$, ∞ eller $\pm i$ $[i^2 = -1]$. Vi kunna sätta

$$x = \alpha^m\,,\; y - \lambda x = Am\alpha^n + Bm\alpha^{n+1} + \ldots \text{ eller } y = \lambda\alpha^m + Am\alpha^n + Bm\alpha^{n+1} + \ldots;$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\frac{dy}{d\alpha}}{\frac{dx}{d\alpha}} = \lambda + An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots;\; u = \pm\sqrt{1 + (\lambda + An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots)^2},$$

$$\text{eller } u = \pm\sqrt{1+\lambda^2}\left[1 + \frac{\alpha^{n-m}}{1+\lambda^2}(2An\lambda + 2B(n+1)\lambda\alpha + \ldots + A^2n^2\alpha^{n-m} + 2ABn(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots)\right]^{\frac{1}{2}},$$

$$u = \pm\sqrt{1+\lambda^2}\left[1 + \frac{\alpha^{n-m}}{1+\lambda^2}(An\lambda + B(n+1)\lambda\alpha + \ldots + \tfrac{1}{2}A^2n^2\alpha^{n-m} + ABn(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots) - \right.$$

$$\left. - \frac{\alpha^{2(n-m)}}{2(1+\lambda^2)^2}(An\lambda + B(n+1)\lambda\alpha + \ldots)^2 + \ldots\right].$$

*) Jfr Björling. Über entsprechende Singularitäten etc. s. 4.

Såsom var att vänta, svarar mot $x=0$ $u=\pm\sqrt{1+\lambda^2}$; vi måste skilja 3 fall.

A_1) $n>2m$. $x=\alpha^m$, $u\mp\sqrt{1+\lambda^2}=\pm\dfrac{\alpha^{n-m}}{\sqrt{1+\lambda^2}}(An\lambda+\ldots)$; vi erhålla således på F två punkter med indices $n-m$, m; tangenten är parallel med x-axeln. Mot en vanlig inflexion svarar sålunda en ordinär kontaktspunkt för en från x-axelns oändliga punkt dragen tangent.

A_2) $n=2m$. $x=\alpha^m$, $u\mp\sqrt{1+\lambda^2}=\pm\dfrac{\alpha^m}{\sqrt{1+\lambda^2}}(2Am\lambda+B(2m+1)\lambda\alpha+\ldots)$; tangenten är således ej parallel med någon koordinataxel. F-punkternas indices blifva $m+r$, m $(r\geqq 1)$. Mot en vanlig punkt svara i allmänhet två vanliga punkter, men stundom två punkter med inflexioner, deremot aldrig spetsar.

A_3) $n<2m$. Tangenterna parallela med u-axeln, indices m, $n-m$. Mot en vanlig spets på f svara således två vanliga kontaktspunkter för tangenter genom u-axelns oändliga punkt.

§ 5. B) Tangent x-axeln. I det förut erhållna resultatet sätta vi $\lambda=0$ och erhålla då $x=\alpha^m$, $u\mp 1=\pm\alpha^{2(n-m)}(\frac{1}{2}A^2n^2+\ldots)$. Äfven här måste vi skilja mellan 3 händelser.

B_1) $2n>3m$. Tangenterna i kurvans F motsvarande punkter parallela med x-axeln, indices $2(n-m)$, m. Mot en vanlig kontaktspunkt för en med x-axeln parallel tangent svara således två dylika på F.

B_2) $2n=3m$. Tangenterna ej parallela med någon koordinataxel; indices $m+r$, m $(r\geqq 1)$. Mot en vanlig spets svara således två spetsar, stundom åtföljda af andra singulariteter.

B_3) $2n<3m$. Tangent u-axeln, indices m, $2(n-m)$.

§ 6. Ett fall, som vi här förutsatte såsom undantaget, är det, då kurvans f singularitet tangerar x-axeln och är symmetrisk i afseende på denna. Är deremot detta förhållandet, måste tydligen f sjelf vara symmetrisk. I utvecklingarna af x och y i granskapet af singulierpunkten måste m vara jemt, och n så väl som alla följande exponenter till digniteterna af α i y udda. Vi erhålla som resultat:

$$x=\alpha^m,\ u=\pm\sqrt{1+\alpha^{2(n-m)}(nA+(n+2)A_2\alpha^2+..)^2}=\pm(1+\tfrac{1}{2}\alpha^{2(n-m)}[An+A_2(n+2)\alpha^2+\ldots]^2+\ldots);$$

vi kunna nu sätta $\alpha^2=\beta$ och få sålunda

$$x=\alpha^{\frac{m}{2}},u=\pm\sqrt{1+\beta^{n-m}(nA+(n+2)A_2\beta+..)^2}=\pm(1+\tfrac{1}{2}\beta^{n-m}[An+A_2(n+2)\beta+\ldots]^2+\ldots),$$

således två grenar med indices $n-m$, $\dfrac{m}{2}$; om tangenterna gäller detsamma som i den allmänna händelsen.

§ 7. *C*) Tangenten går genom en cirkelpunkt. För $\lambda = i$ blir

$x = \alpha^m$, $u = \pm\, \alpha^{\frac{n-m}{2}} \sqrt{2Ain + 2Bi(n+1)\alpha + \ldots}$; vi måste skilja 2 fall.

C_1) $n - m$ jemt. Kurvan F erhåller två grenar med indices m, $\frac{n-m}{2}$ och tangerar

om $n > 3m$, x-axeln,

om $n = 3m$, två ej med någon koordinataxel parallela linier,

om $n < 3m$, u-axeln.

C_2) $n - m$ udda. Vi sätta $\pm\, \alpha^{1/2} = \beta$ och erhålla

$x = \beta^{2m}$, $u = \beta^{n-m}\sqrt{2Ani \quad 2B(n+1)i\beta^2 + \ldots}$. *De båda F-punkterna ligga derföre på samma gren.* För öfrigt ha vi att särskilja följande två fall:

C_{21}) $n > 3m$. F tangerar x-axeln, indices $n - m$, $2m$. Punkten i fråga är således en $(2m-1)$-faldig kritisk punkt för u.

C_{22}) $n < 3m$. F tangerar u-axeln, indices $2m$, $n - m$. Mot en vanlig kontaktspunkt för en fokaltangent svarar således en vanlig kritisk punkt på x-axeln.

§ 8. *D*). Tangenten till f parallel med y-axeln. Vi kunna då uttrycka koordinaterna i grannskapet af punkten på följande sätt:

$$y = \alpha^m,\quad x = Am\alpha^n + Bm\alpha^{n+1} + \ldots;\quad \frac{dy}{dx} = \frac{1}{An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots};$$

$$u = \pm\, \frac{\sqrt{1 + \alpha^{2(n-m)}(An + B(n+1)\alpha + \ldots)^2}}{An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots};$$ såsom var att vänta, får F en oändlig punkt på u-axeln; vi sätta derföre i st. f. x och u resp. $\frac{x}{z}$ och $\frac{u}{z}$; således blir

$$\frac{x}{z} = m(A\alpha^n + B\alpha^{n+1} + \ldots) = \frac{\pm\, m(A\alpha^n + B\alpha^{n+1} + \ldots)(An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots)}{\pm\,(An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots)},$$

$$\frac{u}{z} = \pm\, \frac{1 + \ldots}{An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots},$$ eller

$$x = \pm\, m(A^2n\alpha^{2n-m} + AB(2n+1)\alpha^{2n-m+1} + \ldots),\ u = 1 + \ldots,\ z = \pm\,(An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots).$$

Genom punkten $x = z = 0$ gå således två grenar af F, nämligen

$$x = +m(A^2n\alpha^{2n-m} + AB(2n+1)\alpha^{2n-m+1} + \ldots),\ z = +(An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots);$$

$$x = -m(A^2n\alpha^{2n-m} + AB(2n+1)\alpha^{2n-m+1} + \ldots),\ z = -(An\alpha^{n-m} + B(n+1)\alpha^{n-m+1} + \ldots).$$

Tangenten till hvardera grenen är u-axeln sjelf och räknas såsom dragen från sin oändliga punkt för $(2n - m)$-faldig *).

---

*) Björling. Über entsprechende Singularitäten etc. s. 4.

§ 9. Mot en vanlig kritisk punkt på f svara två oändliga inflexioner nämligen $x = 2A^2\alpha^3 + 5AB\alpha^4 + \ldots.$, $z = 2A\alpha + 3B\alpha^2 + \ldots.$
och $x = -2A^2\alpha^3 - 5AB\alpha^4 - \ldots.$, $z = -2A\alpha - 3B\alpha^2 - \ldots.$, eller
$x = \quad 2A^2\alpha^3 - 5AB\alpha^4 + \ldots.$, $z = \quad 2A\alpha - 3B\alpha^2 + \ldots.$, om vi i de två sista uttrycken för x och z skrifva $-\alpha$ i st. f. α. Vi skola eliminera α mellan uttrycken för x och z. Då α i närheten af $z = 0$ är en synektisk funktion af z, blir $\alpha = z\left(\frac{d\alpha}{dz}\right)_0 + \frac{z^2}{\underline{|2}}\left(\frac{d^2\alpha}{dz^2}\right)_0 + \ldots$, då naturligtvis med $\left(\frac{d^r\alpha}{dz^r}\right)_0$ menas r-te derivatan af α med insatt $z = 0$. Nu är $\left(\frac{d\alpha}{dz}\right)_0 = \frac{1}{\left(\frac{dz}{d\alpha}\right)_0} = \frac{1}{2A}$; $\left(\frac{d^2\alpha}{dz^2}\right)_0 = \mp\frac{3B}{4A^3}$; således blir genom insättning i uttrycken för x af $\alpha = \frac{z}{2A} \mp \frac{3B}{8A^3}z^2 + \ldots.$

$$x = \frac{z^3}{4A} \mp \frac{Bz^4}{4A^3} + \ldots..$$

De båda grenarna hafva således i allmänhet fyrpunktskontakt *).

Är $f = 0$ symmetrisk i afseende på x-axeln, och denna går genom den här i fråga varande punkten, bli naturligtvis de båda oändliga motsvarande F-grenarna identiska.

§ 10. 2) Punkt oändlig, tangent ändlig.

A) Punkten ligger hvarken på koordinataxel eller i cirkelpunkt. Här så väl som öfverallt i det följande, då vi ha att göra med en oändlig punkt, använda vi i st. f. x och y resp. $\frac{x}{z}$ och $\frac{y}{z}$, då för $\frac{dy}{dx}$ fås uttrycket: $\dfrac{z\frac{dy}{d\alpha} - y\frac{dz}{d\alpha}}{z\frac{dx}{d\alpha} - x\frac{dz}{d\alpha}}$

I det här i fråga varande fallet ha vi punkten $y = \lambda x$, $z = 0$; tangenten antages gå genom origo. I närheten af förstnämda punkt kunna då f:s koordinater uttryckas:
$y - \lambda x = Am\alpha^n + Bm\alpha^{n+1} + \ldots.$, $z = \alpha^m$; således fås, då vi kunna sätta $x = 1$,
$y = \lambda + Am\alpha^n + Bm\alpha^{n+1} + \ldots$, $z = \alpha^m$; $\frac{dz}{d\alpha} = m\alpha^{m-1}$, $\frac{dy}{d\alpha} = Amn\alpha^{n-1} + Bm(n+1)\alpha^n + \ldots$,
$\frac{dx}{d\alpha} = 0$; $z\frac{dy}{d\alpha} - y\frac{dz}{d\alpha} = -m\lambda\alpha^{m-1} + Am(n-m)\alpha^{m+n-1} + Bm(n-m+1)\alpha^{m+n} + \ldots$,

*) Jfr C. F. E. Björling. Om eqvivalenter till högre singulariteter i plana algebraiska kurvor. Öfversigt af K. Vetensk.-Akad. Förhandl. 1878 N:o 7 s. 38.

$$z\frac{dx}{d\alpha}-x\frac{dz}{d\alpha}=-m\alpha^{m-1};\frac{dy}{dx}=\lambda-A(n-m)\alpha^{n}-B(n-m+1)\alpha^{n+1}+\ldots;$$

$$\frac{u}{z}=\pm\sqrt{1+\lambda^{2}-2A\lambda(n-m)\alpha^{n}-2B\lambda(n-m+1)\alpha^{n+1}-\ldots+A^{2}(n-m)^{2}\alpha^{2n}+\ldots}=$$

$$=\pm\sqrt{1+\lambda^{2}}\,(1-\frac{\alpha^{n}}{1+\lambda^{2}}[A\lambda(n-m)+B\lambda(n-m+1)\alpha+\ldots-\frac{A^{2}(n-m)^{2}}{2}\alpha^{n}-\ldots]+\ldots)$$

$\frac{x}{z}=\frac{1}{\alpha^{m}}$; för att få samma nämnare i dessa båda uttryck, förlänga vi det förra med α^{m} och få således: $x=1$, $u\mp z\sqrt{1+\lambda^{2}}=\mp\frac{\alpha^{m+n}}{\sqrt{1+\lambda^{2}}}(A\lambda(n-m)+$ $+B\lambda(n-m+1)\alpha+\ldots-{}^{1}/_{2}A^{2}(n-m)^{2}\alpha^{n}-\ldots)$, $z=\alpha^{m}$. F går derföre genom $u=z=0$ och tangerar räta linierna $u=\pm\sqrt{1+\lambda^{2}}$; hvarje gren skär oändlighetslinien i m punkter.

B) Punkten är $y=z=0$. I det senast erhållna uttrycket för u sätta vi $\lambda=0$; då blir $z=\alpha^{m}$, $u\mp z=\pm\alpha^{2n+m}[{}^{1}/_{2}A^{2}(n-m)^{2}+\ldots]$; således tås äfven här genom $u=z=0$ två grenar med skilda tangenter, men med indices $2n+m$, m.

§ 11. C) Punkten ligger i cirkelpunkt, Vi sätta i det under 2) A) först erhållna uttrycket för $\frac{u}{z}$ $\lambda=i$ och tå då:

$$\frac{u}{z}=\pm\sqrt{-2Ai(n-m)\alpha^{n}-2Bi(n-m+1)\alpha^{n+1}+\ldots}=\pm\frac{\alpha^{m+\frac{n}{2}}\sqrt{-2Ai(n-m)+\ldots}}{\alpha^{m}};$$

$\frac{x}{z}=\frac{1}{\alpha^{m}}$ eller $u=\pm\alpha^{\frac{2m+n}{2}}\sqrt{-2Ai(n-m)+\ldots}$, $x=1$, $z=\alpha^{m}$. F-punkt $u=z=0$.

Två fall måste här skiljas:

C_1) n jemt. F har två grenar, som tangera x-axeln i dess oändliga punkt, indices $\frac{2m+n}{2}$, m.

C_2) n udda. Vi sätta $\pm\alpha^{\frac{1}{2}}=\beta$; således $z=\beta^{2m}$, $u=\beta^{2m+n}\sqrt{-2Ai(n-m)+\ldots}$. F har derföre en enda motsvarande gren, som tangerar x-axeln i dess oändliga punkt och har indices $2m+n$, $2m$.

§ 12. D) Punkten ligger på y-axeln, således $y=1$, $x=z=0$. Koordinaterna till f kunna derföre uttryckas:

$y=1$, $x=Am\alpha^{n}+Bm\alpha^{n+1}+\ldots$, $z=\alpha^{m}$; således

$$\frac{dx}{d\alpha}=Amn\alpha^{n-1}+Bm(n+1)\alpha^{n}+\ldots,\frac{dy}{d\alpha}=0,\frac{dz}{d\alpha}=m\alpha^{m-1},$$

$$z\frac{dy}{d\alpha}-y\frac{dz}{d\alpha}=-m\alpha^{m-1};\ z\frac{dx}{d\alpha}-x\frac{dz}{d\alpha}=Am(n-m)\alpha^{m+n-1}+Bm(n-m+1)\alpha^{m+n}+\ldots;$$

$$\frac{dy}{dx}=-\frac{1}{A(n-m)\alpha^n+B(n-m+1)\alpha^{n+1}+\ldots};\ \frac{u}{z}=\pm\frac{\sqrt{1+\alpha^{2n}(A(n-m)+B(n-m+1)\alpha+\ldots)^2}}{A(n-m)\alpha^n+B(n-m+1)\alpha^{n+1}+\ldots};$$

$$\frac{x}{z}=Am\alpha^{n-m}+Bm\alpha^{n-m+1}+\ldots=$$

$$=\frac{\pm(Am\alpha^{n-m}+Bm\alpha^{n-m+1}+\ldots)(A(n-m)\alpha^n+B(n-m+1)\alpha^{n+1}+\ldots)}{\pm(A(n-m)\alpha^n+B(n-m+1)\alpha^{n+1}+\ldots)};$$

$$x=\pm(A^2m(n-m)\alpha^{2n-m}+\ldots);\ u=1+\ldots;\ z=\pm(A(n-m)\alpha^n+B(n-m+1)\alpha^{n+1}+\ldots).$$

Punkt och tangent äro således gemensamma för f och F, indices för hvardera af sistnämda kurvas grenar $2n-m$, n.

§ 13. Äfven här ha vi att undantaga det fall, då singulariteten i fråga, och således äfven f sjelf är symmetrisk i afseende på x-axeln. Detta sker om m och samtliga exponenterna för α i x äro udda tal, ty om vi låta α ändra tecken, så ändrar $\frac{y}{z}$ tecken, men $\frac{x}{z}$ blir oförändradt. I uttrycken för F:s x och z få vi endast α-digniteter af udda ordning, så att det ena öfvergår i det andra, då α ändrar tecken. De båda grenarna bli derföre identiska.

§ 14. 3) Punkt och tangent oändliga. Tre händelser måste särskiljas.

A) Punkt hvarken belägen på y-axeln eller i cirkelpunkt. Låt punkten vara $y=\lambda x$, $z=0$. Då oändlighetslinien är tangent, kunna koordinaterna i granskapet uttryckas sålunda:

$$y-\lambda x=\alpha^m,\ z=Am\alpha^n+Bm\alpha^{n+1}+\ldots$$

eller, då x kan sättas $=1$, $y=\lambda+\alpha^m$, $\frac{dx}{d\alpha}=0$,

$$\frac{dy}{d\alpha}=m\alpha^{m-1},\frac{dz}{d\alpha}=Amn\alpha^{n-1}+Bm(n+1)\alpha^n+\ldots,\ \frac{dy}{dx}=\frac{z\frac{dy}{d\alpha}-y\frac{dz}{d\alpha}}{z\frac{dx}{d\alpha}-x\frac{dz}{d\alpha}}=$$

$$=\frac{Amn\lambda\alpha^{n-1}+Bm(n+1)\lambda\alpha^n+\ldots+Am(n-m)\alpha^{n+m-1}+Bm(n-m+1)\alpha^{n+m}+\ldots}{Amn\alpha^{n-1}+Bm(n+1)\alpha^n+\ldots}=$$

$$=\frac{An\lambda+B(n+1)\lambda\alpha+\ldots+A(n-m)\alpha^m+B(n-m+1)\alpha^{m+1}+\ldots}{An+B(n+1)\alpha+\ldots};$$

$$\frac{u}{z}=\pm\frac{\sqrt{A^2n^2(1+\lambda^2)+2AB(n+1)n(1+\lambda^2)\alpha+\ldots+2A^2n(n-m)\lambda\alpha^m+\ldots}}{An+B(n+1)\alpha+\ldots},$$

$$\frac{u}{z}=\frac{\pm(Am\alpha^n+Bm\alpha^{n+1}+\ldots)\sqrt{A^2n^2(1+\lambda^2)+2AB(n+1)n(1+\lambda^2)\alpha+\ldots+2A^2n(n-m)\lambda\alpha^m+\ldots}}{(Am\alpha^n+Bm\alpha^{n+1}\ldots.)(An+B(n+1)\alpha+\ldots.)};$$

$$\frac{x}{z}=\frac{An+B(n+1)\alpha+\ldots.}{(Am\alpha^n+Bm\alpha^{n+1}+\ldots)(An+B(n+1)\alpha+\ldots.)}.$$

§ 15. F erhåller således två genom $u=z=0$ gående grenar, som tillsammans skära oändlighetslinien i $2n$ punkter. Resultatet är detsamma, om $\lambda=0$, och f således tangerar oändlighetslinien på x-axeln, så vida icke kurvan tillika är symmetrisk i afseende på denna. I sistnämda händelsen är i uttrycken för koordinaterna i närheten af x-axelns oändliga punkt m udda, och hvarje α-exponent i z jemn. Såsom man lätt finner, innehålla då uttrycken för $\frac{u}{z}$ och $\frac{x}{z}$ endast jemna digniteter af α, så att likasom i det under 1) B) anmärkta undantagsfallet α^2 kan utbytas mot en ny parameter β, d. v. s. de mot samma singularitet i en osymmetrisk f-kurva svarande oändliga F-grenarna med lägre index n falla hvardera sönder i två identiska grenar med lägre index $\frac{n}{2}$, när singulariteten blir symmetrisk.

§ 16. B) Punkten är cirkelpunkt. I det i § 14 erhållna uttrycket för $\frac{u}{z}$ sätta vi $\lambda=i$ och erhålla då:

$$\frac{u}{z}=\frac{\pm\alpha^{n+\frac{m}{2}}(Am+Bm\alpha+\ldots)\sqrt{2A^2n(n-m)i+\ldots}}{(An+B(n+1)\alpha+\ldots)(Am\alpha^n+Bm\alpha^{n+1}+\ldots)};\ \frac{x}{z}=\frac{An+B(n+1)\alpha+\ldots.}{(Am\alpha^n+Bm\alpha^{n+1}+\ldots)(An+B(n+1)\alpha+\ldots)}.$$

Här måste åter två fall skiljas:

B_1) m jemt; $x=An+\ldots$, $u=\pm\alpha^{\frac{2n+m}{2}}(A^2m\sqrt{2ni(n-m)}+\ldots)$, $z=A^2mn\alpha^n+\ldots.$ F går således genom $u=z=0$ med två grenar, af hvilka hvarje skär oändlighetslinien i n punkter och tangerar x-axeln.

B_2) m udda; sätt $\pm\alpha^{\frac{1}{2}}=\beta$, så erhålles: $x=An+\ldots$, $u+\beta^{2n+m}$, $z+\beta^{2n}$. De två punkterna på F ligga på *samma* genom $x=z=0$ gående gren, hvilken tangerar x-axeln och skär oändlighetslinien i $2n$ punkter.

§ 17. C) Kurvan f tangerar oändlighetslinien på y-axeln. Vi hafva:

$$y=1,\ x=\alpha^m,\ z=Am\alpha^n+Bm\alpha^{n+1}+\ldots.;\ \frac{dy}{d\alpha}=0,\ \frac{dx}{d\alpha}=m\alpha^{m-1},\ \frac{dz}{d\alpha}=$$

$$=Amn\alpha^{n-1}+Bm(n+1)\alpha^n+\ldots.=y\frac{dz}{d\alpha},\ z\frac{dx}{d\alpha}=Am^2\alpha^{m+n-1}+Bm^2\alpha^{m+n}+\ldots,$$

$$x\frac{dz}{d\alpha}=Amn\alpha^{m+n-1}+Bm(n+1)\alpha^{m+n}+\ldots;$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Amn\alpha^{n-1} + Bm(n+1)\alpha^n + \ldots}{Am(n-m)\alpha^{m+n-1} + Bm(n-m+1)\alpha^{m+n} + \ldots.} = \frac{An + B(n+1)\alpha + \ldots}{A(n-m)\alpha^m + B(n-m+1)\alpha^{m+1} + \ldots};$$

$$\frac{u}{z} = \frac{\pm\sqrt{A^2n^2 + 2ABn(n+1)\alpha + \ldots. + A^2(n-m)^2\alpha^{2m} + \ldots}}{A(n-m)\alpha^m + B(n-m+1)\alpha^{m+1} + \ldots}; \quad \frac{x}{z} = \frac{\alpha^m}{Am\alpha^n + Bm\alpha^{n+1} + \ldots}$$

eller, om vi förlänga, så att $\frac{x}{z}$ och $\frac{u}{z}$ få samma nämnare:

$$\frac{u}{z} = \pm \frac{(Am\alpha^{n-m} + Bm\alpha^{n-m+1} + \ldots)\sqrt{A^2n^2 + 2ABn(n+1)\alpha + \ldots}}{(Am\alpha^{n-m} + Bm\alpha^{n-m+1} + \ldots)(A(n-m)\alpha^m + B(n-m+1)\alpha^{m+} + \ldots)};$$

$$\frac{x}{z} = \frac{A(n-m)\alpha^m + B(n-m+1)\alpha^{m+1} + \ldots.}{(Am\alpha^{n-m} + Bm\alpha^{n-m+1} + \ldots)(A(n-m)\alpha^m + B(n-m+1)\alpha^{m+1} + \ldots.)}.$$

§ 18. Tre fall måste åtskiljas.

C_1) $n > 2m$. Då kunna uttrycken för $\frac{x}{z}$ och $\frac{u}{z}$ förkortas med α^m, hvarvid fås: $x = A(n-m) + \ldots$, $u = \pm(A^2mn\alpha^{n-2m} + \ldots)$, $z = A^2m(n-m)\alpha^{n-m} + \ldots.$ Två grenar af F gå genom $u = z = 0$ och tangera oändlighetslinien; indices äro $n-m$, $n-2m$.

Om samtliga α-digniteter i uttrycken för kurvans f koordinater x och z äro af udda ordning, och f sålunda är symmetrisk i afseende på x-axeln, bli de båda F-grenarne identiska, ty x och z förändras ej, men u ändrar tecken, då α utbytes mot $-\alpha$.

C_2) $n = 2m$. Vi erhålla $x = Am + \ldots$, $u = \pm(2A^2m^2 + ABm(4m+1)\alpha + \ldots)$, $z = A^2m^2\alpha^m + \ldots$; F går således ej genom någon koordinataxels oändliga punkt, utan får två skilda oändliga grenar, som skära oändlighetslinien i m punkter hvardera, utan att tangera densamma om $m = 1$, men tangera densamma om $m > 1$, så vida icke i $u \mp 2Amx$ samtliga koefficienter för α-digniteter af lägre ordning än m försvinna. Symmetri i afseende på x-axeln af f:s singularitet kan här ej förekomma.

C_3) $n < 2m$. Uttrycken för $\frac{x}{z}$ och $\frac{u}{z}$ kunna förkortas med α^{n-m}, hvarvid fås: $x = \pm(A(n-m)\alpha^{2m-n} + \ldots)$, $u = A^2mn + \ldots$, $z = \pm(A^2m(n-m)\alpha^m + \ldots.)$. Två grenar med indices m, $2m-n$ tangera oändlighetslinien på u-axeln.

Dessa grenar blifva identiska, om kurvans f singularitet är symmetrisk i afseende på x-axeln, d. v. s., om x och z äro udda funktioner af α.

Karakterbestämning för kurvan $F(x, u) = 0$.

§ 19. För att kunna beräkna kurvans F karakterer M, N, D, K, T, I (resp. ordning, klass, antal dubbelpunkter, spetsar, dubbeltangenter och inflexioner; med μ, ν, δ etc. som vanligt beteckna vi kurvans f karakterer), måste man känna tre af dem. Med tillhjelp af det föregående kan man lätt bestämma M, N och K.

§ 20. Tydligen är $M =$ antalet af kurvans F oändliga punkter. På grund af likheten $u^2 = 1 + y'^2$ kunna mot ändliga x-värden svara oändliga u-värden endast om $y' = \infty$. Såsom vi ofvan (§§ 8 och 12) hafva sett, ger hvarje ändlig (n, m)-punkt, hvars tangent är parallel med y-axeln, 2 grenar genom u-axelns oändliga punkt, af hvilka hvarje har med oändlighetslinien $n - m$ gemensamma punkter, och hvarje oändlig sådan med ändlig tangent 2 dylika grenar, hvardera med n oändliga punkter, således blifva i båda fallen oändlighetspunkterna för hvarje här i fråga varande af kurvans F grenar lika många, som tangenter kunna dragas från y-axelns oändliga punkt till kurvans f singulierpunkt. Under den förutsättning, att f ej tangerar oändlighetslinien, blir derföre antalet oändliga punkter på F, som svara mot ändliga x-värden $= 2\nu$.

Eftersom vidare x är gemensamt för de båda kurvorna, svara mot oändliga x-värden alltid oändliga punkter på F. På grund af §§ 10 och 11 finner man, att hvarje icke genom y-axelns oändliga punkt gående gren med ändlig tangent och m punkter gemensamma med oändlighetslinien ger $2m$ på x-axeln belägna oändliga punkter till F, och af 3, A och B, att hvarje n-punktskontakt med oändlighetslinien på annat ställe än på y-axeln ger $2n$ likaledes på x-axeln belägna oändliga F-punkter. Om f icke går genom y-axelns oändliga punkt, är derföre antalet mot kurvans oändliga punkter svarande oändliga F-punkter $= 2\mu$, och om f ej heller tangerar oändlighetslinien blir $M = 2(\mu + \nu)$.

Om f går genom $x = z = 0$, måste vi, för att finna M, för hvarje (n, m)-punkt derstädes med ändlig tangent från talet $2(\mu + \nu)$ afdraga $2m$. Fallet, då f tangerar oändlighetslinien, skall längre fram behandlas.

§ 21. För att finna N, undersöka vi, huru många tangenter kunna dragas till F från u-axelns oändliga punkt. Då det emellertid, för att få kunskap om P, ej är nödvändigt att känna N och K hvart för sig, utan, såsom vi snart skola se, är tillräckligt att veta deras summa, och uttrycket för denna är enklare än för hvartdera af de nämda talen, skola vi på samma gång undersöka

antalet spetsar på F. Till dess motsatsen tillkännagifves, antaga vi, att f icke är symmetrisk i afseende på x-axeln *).

Hvarje ändlig (n, m)-punkt, för hvilken $n < 2m$, och hvars tangent ej är parallel med någon koordinataxel eller går genom en cirkelpunkt, ger två punkter, hvilkas tangent är parallel med u-axeln, och hvilkas indices äro m, $n - m$; båda tillsammans äro således eqvivalenta med $2(2m - n)$ tangenter från $x = z = 0$ och $2(n - m - 1)$ spetsar, och summan af dessa tal, $2(m - 1)$, är $=$ 2 gånger antalet med kurvans f singularitet eqvivalenta spetsar **). Det samma är i sjelfva verket händelsen, om $n \geqq 2m$; då fås inga tangenter från $x = z = 0$, men hvar och en af de båda motsvarande punkterna är eqvivalent med $m - 1$, spetsar (§ 4).

Är tangenten till punkten på f parallel med x-axeln, erhållas, om $2n < 3m$, på F två $(m, 2(n - m))$-punkter eqvivalenta med $2(3m - 2n)$ med u-axeln parallela tangenter och $2(2n - 2m - 1)$ spetsar, eller tillsammans $2(m - 1)$ tangenter och spetsar af det i fråga varande slaget. Är $2n \geqq 3m$ blir resultatet detsamma (§ 5).

Mot en oändlig ej på y-axeln eller i cirkelpunkt belägen (n, m) punkt med ändlig tangent svara inga tangenter från u-axelns oändliga punkt, men äfven här $2(m - 1)$ spetsar (§ 10).

§ 22. En ordinär kontaktspunkt för en fokaltangent ger *en* vanlig kontaktspunkt för en med u-axeln parallel tangent. Under antagande, att från cirkelpunkterna tangenter kunna dragas endast till ordinära punkter på f, gifva dessa upphof åt 2ν med u-axeln parallela tangenter.

§ 23. En ändlig (n, m)-punkt, hvars tangent går genom $x = z = 0$, ger två grenar genom samma punkt och med indices $2n - m$, $n - m$ och samma tangent, som derföre dragen från u-axelns oändliga punkt räknas för $2(2n - m)$-faldig. Vidare fås i sistnämda punkt $2(n - m - 1)$ spetsar; antalet i fråga varande tangenter och spetsar blir således $2(3n - 2m - 1) = 6(n - m) + 2(m - 1)$ eller 6 gånger antalet tangenter från y-axelns oändliga punkt till kurvans f singulierpunkt $+ 2$ gånger antalet med den sistnämda eqvivalenta spetsar.

Ett annat resultat erhålles för en på y-axeln belägen oändlig punkt med ändlig tangent. F har nämligen i $x = z = 0$ två grenar med indices $2n - m$, n; antalet i fråga varande tangenter blir $2(2n - m)$, antalet spetsar $2(n - 1)$;

---

*) När helst detta uttryck i det följande förekommer, underförstås tillägget: "eller en dermed parallel linie". En förskjutning af f i y-riktningen är ju utan inflytande.

**) Se Björling. Eqvivalenter till högre singulariteter etc. §§ 2 och 4.

summan af dessa båda tal är $= 6n - 2m - 2 = 6n + 2(m - 1) - 4m = 6$ gånger antalet tangenter till f-punkten från $x = z = 0$ ökadt med två gånger antalet deri innehållna spetsar och minskadt med 4 gånger punktens mindre index.

§ 24. Ett inkast torde här göras. Vi hafva sett, att, om f har en i afseende på x-axeln symmetrisk gren (och således sjelf är symmetrisk), har F två motsvarande, sins emellan identiska grenar och är sjelf oegentlig, i det den består af två identiska kurvor. Särskildt anmärkningsvärdt är det fall, då f har en "omaka" spets, som tangerar x-axeln. Så länge f ej är symmetrisk, har F två motsvarande spetsar, men om f blir symmetrisk, försvinna dessa, i det de båda partialgrenar som bilda hvardera spetsen bli identiska. Det frågas nu: Kan ej en af kurvans F singulariteter bli oegentlig i något annat än det nu anmärkta fallet? Om detta inträffar, kan det ofvan anvisade sättet för bestämmandet af N och K ej begagnas. Vi skola nu behandla denna fråga i sammanhang med den, huruvida F sjelf kan bli oegentlig i något annat fall än det nämda.

§ 25. Om f ej går genom y-axelns oändliga punkt*), är y en μ-värdig funktion af x; de mot x svarande funktionsvärdena $y_1, y_2 \dots y_\mu$ äro förbundna genom kritiska punkter i x-planet. Dessa äro äfven kritiska punkter för u, som är 2μ-värdig, och hvars motsvarande värden vi kalla $u_1, u_2 \dots u_\mu$, $u_{-1}, u_{-2} \dots u_{-\mu}$ ($u_r = - u_{-r}$ svarar mot y_r). Då nu x omkring en kritisk punkt, i hvilken ett antal y-värden sammanfalla, beskrifver elementarkonturer, så att t. ex. y_i öfvergår i y_k, så måste u_i öfvergå i u_k och u_{-i} i u_{-k}. Mot ett cirkulärsystem af y-värden svara således två skilda, ehuru i samma punkt af x-planet sammanfallande cirkulärsystem af u-värden. Undantag härifrån är möjligt endast, om identitet inträffar mellan två och två till samma eller olika cirkulärsystem hörande u-värden. Det förra sker, om f har en i afseende på x-axeln symmetrisk spets eller en symmetrisk gren, som tangerar oändlighetslinien på x-axeln, det senare, om f har en annan i afseende på samma axel symmetrisk gren. F:s singulariteter kunna ej bli oegentliga i något annat fall än det förstnämda, förutsatt naturligtvis, att f:s motsvarande singulariteter äro egentliga. Deremot finnes ett annat fall, då F sjelf blir oegentlig. För att en punkt skall vara kritisk för två lika och till tecken motsatta u-värden, måste dessa derstädes falla ihop på *samma* gren af F. Men vi hafva sett, att detta inträffar endast med en på sistnämda kurva belägen punkt, som svarar mot 1:o) en

*) Detta förbehåll är här gjordt endast för korthets skull. Om f går genom y-axelns oändliga punkt, blir resonnementet det samma med ringa förändring.

ändlig kontaktspunkt på f för en från en cirkelpunkt dragen tangent, så vida skilnaden mellan kontaktspunktens indices är udda, eller 2:o) en cirkelpunkt med ändlig tangent, om dess större index är ett udda tal, eller 3:o) en cirkelpunkt med oändlig tangent, om dess mindre index är ett udda tal. I den första af dessa tre händelser är den kritiska punkten ändlig, i de två andra ligger den i antipodpunkten. För att eqvationen $F(x, u) = 0$ skall vara irreduktibel, är det tillräckligt, att en dylik kontaktspunkt finnes; man kan nämligen då alltid genom den oberoende variabelns kontinuerliga förändring öfverföra ett u-värde svarande mot något visst x i hvilket annat som helst at de 2μ, som svara mot samma x-värde. Finnes deremot ingen punkt af sistnämda slaget, kan man aldrig öfverföra ett u-värde med positiv index i ett med negativ; en symmetrisk funktion af $u_1, u_2 \ldots u_\mu$ återtar derföre sitt förra värde, då x efter beskrifvande af godtyckliga vägar återvänder till sitt förra läge, hvarföre den är monodrom på hela x-sferen; då den tillika är algebraisk, så måste den vara en rationel funktion af x *). Nu äro de symmetriska funktionerna $\sum_{i=1}^{i=\mu} u_i$, $\sum_{i=2}^{i=\mu} \sum_{k=1}^{k=i-1} u_i u_k$ etc. koefficienter till en eqvation af graden μ i afseende på u. Kurvan F måste således falla sönder i tvänne likformiga, i afseende på x-axeln symmetriskt belägna kurvor **). Skulle utom det sist anförda vilkoret för kurvans F sönderfallande äfven det först omtalade vara uppfyldt, blir i allmänhet endast detta verksamt, i det mot en i afseende på x-axeln symmetrisk gren af f svarar en kritisk punkt, som förbinder två lika och motsatta u-värden, så vidt ej f-singulariteten tangerar x-axeln (och således är en spets eller innehåller ett udda antal spetsar) eller oändlighetslinien i x-axelns oändliga punkt. Äro emellertid *alla* kurvans f i afseende på x-axeln symmetriska grenar af sistnämda slagen, består F af fyra kurvor, hvilka äro identiska två och två samt i afseende på x-axeln belägna symmetriskt med de öfriga båda.

§ 26. Under antagande att f ej är symmetrisk i afseende på x-axeln, ej tangerar oändlighetslinien, och hvarken kurvan sjelf eller någon dess singuliertangent går genom cirkelpunkt, blir, om f ej går genom $x = z = 0$, $N + K = 8\nu + 2\varkappa$; för hvarje genom $x = z = 0$ gående gren med indices n, m måste man, för att erhålla $N + K$, från $8\nu + 2\varkappa$ afdraga $4m$.

---

*) Briot et Bouquet. Théorie des fonctions elliptiques (Paris 1875) s. 208.

**) Jfr Clebsch und Gordan. Theorie der Abel'schen Functionen (Leipzig 1866) s. 83.

Verifikationer af det erhållna uttrycket för $N+K$.

§ 27. Om f endast har ordinära singulariteter utan något specielt läge, är $K=0$. I det vi nu för korthets skull göra detta antagande, kunna vi kontrollera det funna värdet på N genom att söka antalet tangenter till F, som kunna dragas från x-axelns oändliga punkt. Genom den sistnämda gå 2μ mot kurvans f oändliga punkter, svarande grenar. Då hvardera af dessa har inflexion (§ 10), kunna till dem dragas 6μ tangenter af det i fråga varande slaget. Vidare ger hvarje kontaktspunkt för de med x-axeln parallela tangenterna till f två dylika kontaktspunkter till F (§ 5); således tillsammans 2ν.

Slutligen erhålles af hvarje inflexionspunkt på f två grenar af F, hvilkas tangenter gå genom $u=z=0$ (§ 4, A_1). Alltså blir $N=6\mu+2\nu+2\iota$, ett resultat, som öfverensstämmer med det redan funna, ty, om man sätter de båda uttrycken för N lika med hvarandra, så erhålles efter subtraktion af 2ν från båda membra, förkortning med 2 och öfverflyttning den bekanta formeln:

$$\iota-\varkappa=3(\nu-\mu).$$

§ 28. En annan verifikation, som ej torde sakna allt intresse, är den direkta bestämningen af antalet dubbelpunkter på kurvan F. För enkelhets skull göra vi här samma inskränkning som i § 27. Först betrakta vi de oändliga punkterna på F. Genom $x=z=0$ gå 2ν grenar, af hvilka två och två hafva (i det allmänna fallet) fyrpunktskontakt sins emellan (§ 9); dessa ν par af grenar ge således genom sin kontakt upphof till 4ν dubbelpunkter; genom grenarnas öfriga inbördes skärningar uppkomma $2(2\nu-2)+2(2\nu-4)+\ldots+4=2\nu(\nu-1)$ dubbelpunkter. I u-axelns oändliga punkt ligga således $2\nu(\nu+1)$ dubbelpunkten. Genom x-axelns oändliga punkt gå 2μ grenar med skilda tangenter; dessa gifva upphof åt $\mu(2\mu-1)$ dubbelpunkter. Några andra oändliga punkter finnas ej.

§ 29. För att bestämma antalet ändliga dubbelpunkter, kan man använda Chasles' korrespondensprincip.

Två till olika grenar hörande u-värden kunna sammanfalla endast i följande två händelser:

1:o) Då två mot samma x svarande värden på y' blifva lika;

2:o) då de blifva numeriskt lika, men med motsatta tecken *).

§ 30. Undersökom, när det förra inträffar. Vi kunna formulera frågan sålunda. Genom y-axelns oändliga punkt drages en rörlig stråle, som skär

*) Riktigare uttryckt: då deras summa är noll. Detta är i det följande meningen, då det blir tal om (numeriskt) lika och (till tecken) motsatta imaginära qvantiteter.

kurvan f i μ punkter, tangenter dragas med kontakt i skärningspunkterna; huru många gånger under strålens "rotation" (translation) kommer skärningspunkten mellan två tangenter att träffa oändlighetslinien?

Tänkom oss tagen på oändlighetslinien en punkt z; från denna dragas ν tangenter; till hvarje kontaktspunkt drages från y-axelns oändliga punkt en stråle, som skär kurvan f i $\mu - 1$ andra punkter; genom hvar och en af dessa såsom kontaktspunkt drages en tangent, som skär oändlighetslinien i en punkt v. Mot en z-punkt svara således $\nu(\mu - 1)$ v-punkter, mot en v-punkt tydligen lika många z-punkter; antalet koincidenser mellan v och z är således $2\nu(\mu - 1)$. Detta är likväl ej antalet ändliga dubbelpunkter på F. Först och främst ligga ν af dessa koincidenser i y-axelns oändliga punkt och uppstå af de med y-axeln parallela tangenternas kontaktspunkter, hvilka ju ej gifva upphof åt några ändliga dubbelpunkter. Vidare måste vi afdraga antalet koincidenser, som uppstå då z faller in på en spetstangent; der sammanfaller visserligen en z-punkt med en v-punkt, men spets ger, såsom vi funnit, en kritisk punkt och ej någon dubbelpunkt (§ 4, A_3). Vi erhålla således $2\nu\mu - 3\nu - \varkappa$ koincidenser af det erforderliga slaget. Detta tal är emellertid $= 2$ gånger antalet sammanfallande värdepar af y'. Ty föreställom oss, att z rycker oändligt nära en dylik koincidenspunkt; från z kan man då draga två tangenter, hvilkas kontaktspunkter ligga oändligt nära kontaktspunkterna för de från koincidenspunkten dragna. De förstnämda kontaktspunkterna gifva nu upphof till *hvar sin* oändligt nära z belägna v-punkt, som sammanfaller med z då den sistnämda kommer i sjelfva koincidenspunkten. Då nu på grund af kurvans F symmetri antalet dubbelpunkter måste vara två gånger antalet parallela tangentpar med samma abskissa för kontaktspunkten, blir antalet på detta sätt uppkomna dubbelpunkter $= 2\nu\mu - 3\nu - \varkappa$.

§ 31. Det andra sättet, hvarpå en ändlig dubbelpunkt kunde uppstå, var, att två mot samma x svarande y'-värden bli numeriskt lika, men med motsatta tecken. För att afgöra huru många gånger detta sker, tänka vi oss jemte kurvan $f(x, y) = 0$ i sitt ursprungliga läge samma kurva omvänd i planet med bibehållande af hvarje punkts abskissa oförändrad, eller, distinktare uttryckt, jemte kurvan $f(x, y) = 0$ kurvan $f(x, -y) = 0$. (En samtidig förskjutning i y-axelns riktning är naturligtvis utan inflytande). Mot en till $f(x, y) = 0$ dragen tangent, som med en annan dylik till samma kurva bildar en vinkel, hvars bissektris är parallel med x-axeln, svarar en med den sistnämda tangenten pa-

rallel sådan till kurvan $f(x, -y) = 0$. Vi kunna derföre nu gå till väga på samma sätt som i förra fallet.

Från en punkt z på oändlighetslinien dragas ν tangenter till $f(x, y) = 0$, till hvarje kontaktspunkt drages genom y-axelns oändliga punkt en stråle, som skär kurvan $f(x, -y) = 0$ i $\mu - 1$ punkter, utom den mot kontaktspunkten svarande. I hvar och en af dessa $\mu - 1$ punkter drages tangenten, som på oändlighetslinien utskär en v-punkt. Mot en z-punkt svara $\nu(\mu - 1)$ v-punkter, mot en v-punkt $\nu(\mu - 1)$ z-punkter; antalet koincidenser mellan v och z är således $2\nu(\mu - 1)$. Härifrån måste afdragas de 2ν, som ligga i y-axelns oändliga punkt. Ty föreställom oss oändligt nära en tangent från sistnämda punkt en stråle genom densamma. De två oändliga punkterna på tangenterna i strålens skärningspunkter med $f(x, y) = 0$ hafva såsom z-punkter betraktade hvar sin motsvarande v-punkt i de oändliga punkterna på tangenterna i strålens snittpunkter med $f(x, -y) = 0$ och koincidera med dessa hvar gång strålen sammanfaller med någon tangent. Det efter nämda afdrag erhållna talet $2\nu\mu - 4\nu$ är antalet på detta sätt uppkomna ändliga dubbelpunkter. I hvarje koincidenspunkt sammanträffar visserligen här endast en z punkt med en v-punkt, men i stället uppträda dylika koincidenser alltid parvis, symmetriskt i afseende på x-axeln. Hela antalet dubbelpunkter på kurvan F blir derföre $D = 2\nu(\nu + 1) + \mu(2\mu - 1) + 2\nu\mu - 3\nu - \varkappa + 2\nu\mu - 4\nu = 2\nu^2 + 2\mu^2 + 4\nu\mu - 5\nu - \mu - \varkappa = 2(\nu + \mu)^2 - 5\nu - \mu - \varkappa$. Nu var på grund af vårt antagande $K = 0$, $N = 8\nu + 2\varkappa$, $M = 2\nu + 2\mu$; vidare är alltid då F är egentlig $N = M(M - 1) - 2D - 3K$. Genom insättning fås:

$$8\nu + 2\varkappa = (2\nu + 2\mu)(2\nu + 2\mu - 1) - 4(\nu + \mu)^2 + 10\nu + 2\mu + 2\varkappa,$$

hvilket tydligen är en identitet.

Bestämning af slägtet för kurvan $F(x, u) = 0$. Första och andra hufvudformeln.

§ 32. Vi skola nu se till, hvad slägtet blir för F. Vi hafva ju alltid

$$2p = (\mu - 1)(\mu - 2) - 2\delta - 2\varkappa,$$

en formel, som med tillhjelp af relationen $\nu = \mu(\mu - 1) - 2\delta - 3\varkappa$ eller $\nu + \varkappa = \mu(\mu - 1) - 2\delta - 2\varkappa$ öfvergår till

$$2p = \nu + \varkappa - 2\mu + 2.$$

Nu hade vi under förutsättning, att f ej är symmetrisk i afseende på x-axeln, ej heller tangerar oändlighetslinien, går genom cirkelpunkt, eller har någon singulier fokaltangent,

$$M = 2\mu + 2\nu;\ N + K = 8\nu + 2\varkappa,$$

om f icke går genom y-axelns oändliga punkt, och

$$M = 2\mu + 2\nu - 2\Sigma m_i;\ N + K = 8\nu + 2\varkappa - 4\Sigma m_i$$

om m_i betyder lägre index för en af de grenar, som gå genom $x = z = 0$, och vid summationen indices för samtliga sådana grenar medtagas. Vare sig kurvan f går genom y-axelns oändliga punkt eller ej, är derföre med den gjorda inskränkningen

$$2P = 4\nu - 4\mu + 2\varkappa + 2 \text{ eller } P = 2(\nu - \mu) + \varkappa + 1.$$

Sist anförda resultat kunna vi gifva en annan form. Det kan nämligen skrifvas: $P = \nu + \varkappa - 2\mu + 2 + \nu - 1$ eller

$$P = 2p + \nu - 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

§ 33. Är f unikursal, således $p = 0$, blir $P = \nu - 1$. Nu kunna kurvans f koordinater x och y, således äfven y' uttryckas såsom rationela funktioner af en parameter α, och fördenskull kurvans F koordinater, x såsom rationel funktion, u såsom qvadratrot ur en rationel funktion af α. F blir derföre en hyperelliptisk kurva. Men om för en sådan n är gradtalet i afseende på parametern för qvantiteten under rotmärket i koordinaternas uttryck, så är slägtet $\frac{n-1}{2}$ eller $\frac{n}{2} - 1$, alltefter som n är udda eller jemt*). Gradtalet n i afseende på α för polynomen under rotmärket i u bestämmes derföre ur någon af likheterna $\frac{n-1}{2} = \nu - 1$; $\frac{n}{2} - 1 = \nu - 1$, hvarur erhålles resp. $n = 2\nu - 1$; $n = 2\nu$. Det senare resultatet kan äfven erhållas på följande sätt. Polynomen under rotmärket satt lika med noll ger en eqvation, som satisfieras af n α-värden. Men då nämda polynom är täljaren i uttrycket $1 + y'^2$, blir den noll hvarje gång y' blir lika med $+i$ eller $-i$ d. v. s. för de parametervärden, hvilkas motsvarande punkters tangenter gå genom någon af cirkelpunkterna. Då nu ν tangenter kunna dragas från hvarje cirkelpunkt, blir $n = 2\nu$. Fallet $n = 2\nu - 1$ är endast ett skenbart undantag, och beror derpå, att parametern tillfälligtvis blifvit så vald, att ett af de värden på densamma, som satisfiera $1 + y'^2 = 0$, blir oändligt. Man kan nämligen lätt återföra detta fall till det andra genom ett enkelt ombyte af parameter t. ex. genom substitutionen $\alpha = \frac{1}{\beta}$, då qvantiteten under radikaltecknet blir af graden 2ν i afseende på β och blir noll för $\beta = 0$.

*) Se t. ex. J. Möller, Integration af differentialeqvationen $F\left(u, \frac{du}{dz}\right)$ med dubbelperiodiska funktioner (Lund 1879) s. 29.

Talet P kan således under de hittils gjorda förutsättningarna aldrig bli $=0$ och blir $=1$, endast om $\mu=\nu=2$. Det är derföre att anse som en högst sällsynt tillfällighet, om f under dessa förhållanden är rektifiabel.

§ 34. Är f symmetrisk med afseende på x-axeln, och inga den sistnämda tangerande och i afseende på densamma symmetriska (således "omaka") singulariteter finnas, blir, om vi nu med F mena den enkelt räknade (x, u)-kurvan och med M, N, K etc. dess karakterer,

$$M=\mu+\nu\,;\ N+K=4\nu+\varkappa\,;\ \text{således}$$

$$2P=2(\nu-\mu)+\varkappa+2=\nu-2\mu+\varkappa+2+\nu=2p+\nu,\ \text{eller}$$

$$P=p+\frac{\nu}{2}.$$

Har f en eller flera x-axeln tangerande "omaka" singulariteter, äro indices för de mot en dylik svarande punkterna på F $n-m$, $\frac{m}{2}$ (§ 6). Summan af antalet tangenter från u-axelns oändliga punkt till dessa punkter och antalet med de sistnämda eqvivalenta spetsar är, om $2n \geq 3m$, $m-2$, om $2n<3m$, $2\left(\frac{3m}{2}-n+n-m-1\right)=m-2$, således i hvarje fall $=$ antalet i f:s singularitet innehållna spetsar minskadt med 1. Då nu hvarje f-singularitet af det i fråga varande slaget innehåller ett udda antal spetsar, kan man säga, att, för erhållande af $N+K$, från talet $4\nu+\varkappa$ måste subtraheras antalet "omaka" spetsar på f. Finnas derföre r sådana blir $N+K=4\nu+\varkappa-r$, $M=\mu+\nu$,

$$P=p+\frac{\nu-r}{2} \quad\text{. . . . . (2)}$$

Så väl här, som då r var $=0$, antogo vi för korthets skull, att f ej gick genom y-axelns oändliga punkt. Skulle detta deremot vara händelsen, blir $M=\mu+\nu-\Sigma m_i$, $N+K=4\nu+\varkappa-r-2\Sigma m_i$, då m_i som förut betyder lägre index för hvarje gren af f genom $x=z=0$; således blir äfven nu

$$P=p+\frac{\nu-r}{2}.$$

Äfven detta tal kan aldrig bli noll eller ens $=p$. Ty från en af de r spetsarne på x-axeln kan man draga tre tangenter till spetsen sjelf och en till hvar och en af de $r-1$ öfriga således tillsammans åtminstone $r+2$, ett tal, som naturligtvis aldrig kan bli större än ν. Fördenskull är $\nu-r$ aldrig mindre än 2, hvarföre P nödvändigt är större än p.

Karakter- och slägt-bestämning för $F(x, u) = 0$ i de hittils undantagna fallen.

§ 35. Vi öfvergå nu till behandlingen af de öfriga, hittils undantagna fallen, nämligen, då f har högre kontakt med fokaltangent, tangerar oändlighetslinien eller går genom cirkelpunkt, och förutsätta dervid, att koefficienterna i $f(x, y)$ äro reela, så att kurvan förhåller sig lika till cirkelpunkterna I och J. Först tänka vi oss, att f icke är symmetrisk i afseende på x-axeln.

§ 36. Om tangenten till en (n, m)-punkt går genom I, finnes en annan (n, m)-punkt, hvars tangent går genom J. Är $n - m$ udda, svarar mot hvarje kontaktspunkt en gren med indices $n - m$, $2m$. Antalet spetsar och tangenter från u-axelns oändliga punkt, med hvilka den är eqvivalent, är derföre, om $n > 3m$, $2m - 1$, och om $n < 3m$, $3m - n + n - m - 1 = 2m - 1$. Är $n - m$ jemt, svarar mot hvarje sådan kontaktspunkt två grenar på F med indices m, $\frac{n-m}{2}$, och antalet med båda dessa eqvivalenta spetsar och tangenter från u-axelns oändliga punkt är, om $n \geqq 3m$, $2(m - 1)$, om $n < 3m$, $2\left(\frac{3m-n}{2} + \frac{n-m}{2} - 1\right) = 2(m - 1)$.

Mot hvarje kontaktspunkt för en ordinär tangent från en cirkelpunkt svarade på F en vanlig kontaktspunkt för en med u-axeln parallel tangent. Vidare svarade mot hvarje spets två dylika kontaktspunkter eller spetsar. Från cirkelpunkten kan man nu draga $n - m$ tangenter till (n, m)-punkten, som dessutom är eqvivalent med $m - 1$ spetsar. Från det uttryck för $N + K$, som gäller, om alla fokaltangenternas kontaktspunkter äro ordinära, måste vi således, för att få det för i fråga varande fall gällande, för hvarje par kontaktspunkter, hvars $n - m$ är udda, afdraga $2(n - m) + 4(m - 1)$ och till återstoden lägga $2(2m - 1)$, och för hvarje par, hvars $n - m$ är jemt, afdraga $2(n - m) + 4(m - 1)$ och addera $4(m - 1)$ eller, hvilket är detsamma, subtrahera resp. $2(n - m - 1)$ och $2(n - m)$, eller för att få P, d. v. s. $\frac{1}{2}(N + K) - M + 1$, från det i allmänna fallet gällande uttrycket $2p + \nu - 1$ subtrahera $n - m - 1$ för hvarje par af (n, m)- kontaktspunkter med fokaltangenter hvars $n - m$ är udda, och $n - m$ för hvarje par, hvars indexdifferens är jemn.

§ 37. Om f har en (n, m)-gren, som tangerar oändlighetslinien på annat ställe än på y-axeln eller i cirkelpunkt, hafva vi att observera följande. Om f icke tangerar oändlighetslinien, gifver hvarje oändlighetspunkt två sådana på F, och hvarje kontaktspunkt för en tangent från y-axelns oändliga punkt lika-

ledes två oändliga punkter på F. En n-punktskontakt med oändlighetslinien ger nu två grenar med ändliga tangenter i x-axelns oändliga punkt och med tillsammans $2n$ punkter gemensamma med oändlighetslinien. Kurvans f här i fråga varande n oändliga punkter ge således $2n$ dylika på F, men (n, m)-punkten betraktad såsom kontaktspunkt för $n-m$ från $x=z=0$ dragna tangenter ger inga oändlighetspunkter till F. För att erhålla M, måste man således för hvarje oändlighetslinien tangerande (n, m)-gren af f subtrahera $2(n-m)$ från uttrycket för antalet oändlighetspunkter till en annan kurva F_1 svarande mot f_1, hvilken har samma karakterer som f, men saknar tangeringar med $z=0$.

Beträffande $N+K$ är att märka, att mot (n, m)-punkten svara på F $2(n-1)$ spetsar, men inga tangenter från $x=z=0$. Till uttrycket för $N'+K'$ (svarar mot F_1 eller f_1 alldeles som $N+K$ mot F eller f) ha vi derföre, för att få $N+K$, att för hvarje f:s (n, m)-gren, som tangerar $z=0$, addera $2(n-1)$, men tillika subtrahera derifrån $8(n-m)+2(m-1)$, då denna är på en gång kontaktspunkt för $n-m$ tangenter från y-axelns oändliga punkt och lika många från hvarje cirkelpunkt samt dess utom eqvivalent med $m-1$ spetsar, eller, hvilket är detsamma, subtrahera från $N'+K'$ uttrycket $6(n-m)$. Häraf följer, att P blir $= P' - \Sigma(n_k - m_k)$ *).

§ 38. Om f:s (n, m)-gren tangerar oändlighetslinien i y-axelns oändliga punkt, ha vi att skilja mellan tre fall.

1) $n > 2m$. F har i x-axelns oändliga punkt två $z=0$ tangerande $(n-m, n-2m)$-grenar, hvilka således äro eqvivalenta med kontaktspunkter för $2m$ tangenter från $x=z=0$ och $2(n-2m-1)$ spetsar. Men f:s singularitet är eqvivalent med $m-1$ spetsar, n tangenter från y-axelns oändliga punkt och $n-m$ från hvardera cirkelpunkten, hvaraf, om de varit ändliga, skulle uppstått för F $6n+2(n-m)+2(m-1)$ spetsar och tangenter från $x=z=0$. Från det under sist anförda förutsättning gällande värdet på $N+K$ måste vi derföre afdraga $6n+2(n-m)+2(m-1)-2m-2(n-2m-1)=6n+2m$.

Vidare får F $2(n-m)$ oändliga punkter för hvarje i fråga varande f-singularitet i st. f. de $4n$, som skulle uppstått, om de med den sistnämda eqvivalenta varit ändliga. Från värdet på M under sist nämda förutsättning måste vi derföre här afdraga $4n-2(n-m)=2(n+m)$. Således blir P-afdraget *) $3n+m-2(n+m)=n-m$.

2) $n < 2m$. F har 2 oändlighetslinien på u-axeln tangerande $(m, 2m-n)$-grenar, således med $2m$ oändliga punkter. M-afdraget blir derföre $4n-2m$.

*) Detta uttryck (och dermed analoga) torde lätt kunna förstås.

Vidare äro de båda F-grenarne eqvivalenta med $2m$ tangenter från u-axelns oändliga punkt och $2(2m-n-1)$ spetsar i st. f. $6n+2(m-1)+2(n-m)$ sådana tangenter och spetsar. $(N+K)$-afdraget blir således $8n-2-6m+2n+2=$ $=10n-6m$, och P-afdraget

$$5n-3m-4n+2m=n-m.$$

3) $n=2m$. F har på hvardera sidan af x-axeln en oändlig (m, r)-gren, der r kan vara så väl större som mindre än m. I förra händelsen tangera icke F:s grenar oändlighetslinien, men ha med denna $2m$ punkter gemensamma; M-afdraget blir derföre (likasom i näst förra händelsen) $4n-2m=6m$. Från u-axelns oändliga punkt kunna inga tangenter dragas till F-grenarna, hvaremot dessa äro eqvivalenta med $2(m-1)$ spetsar. $(N+K)$-afdraget är derföre $6n+2(m-1)+2(n-m)-2(m-1)=14m$, och P-afdraget $=m=n-m$. Om $r<m$ blir M detsamma, som om $r>m$. F-grenarna ha med oändlighetslinien m-punktskontakt, hvarföre från $x=z=0$ till dem kunna dragas $2(m-r)$ tangenter. Lägges härtill antalet med F:s båda grenar eqvivalenta spetsar $2(r-1)$, så erhålles antalet här i fråga varande tangenter och spetsar $=2(m-1)$, hvaraf synes, att $N+K$, och således äfven P blir detsamma, som i fallet $r>m$.

§ 39. Går f genom cirkelpunkterna med en (n, m)-gren med ändlig tangent till hvardera, har detta intet särskildt inflytande på M. Hvad beträffar $N+K$, måste vi skilja mellan fallen, då n är udda eller jemt. I förra händelsen får F två*) $(2m+n, 2m)$-grenar, som tangera x-axeln i dess oändliga punkt, och till hvilka inga tangenter kunna dragas från $x=z=0$, men hvilka äro eqvivalenta med $2(2m-1)$ spetsar. Hvarje af de nämda f-grenarna är eqvivalent med $m-1$ spetsar och kontaktspunkter för n tangenter från cirkelpunkten. För hvarje par af f-grenar genom I och J fås således ett $(N+K)$-afdrag $=$ $4(m-1)+2n-2(2m-1)=2(n-1)$ och således ett P-afdrag $=n-1$. I det senare fallet, nämligen då n är jemt, får F i x-axelns oändliga punkt fyra grenar med indices $\frac{2m+n}{2}$, m och x-axeln till tangent. Enda skilnaden från förra fallet blir, att F-singulariteten är eqvivalent med $4(m-1)$ spetsar, hvarföre P-afdraget är $=n$ för hvarje i fråga varande punktpar.

§ 40. Om slutligen f tangerar oändlighetslinien i cirkelpunkterna, har detta på M alldeles samma inflytande, som om tangeringarna låge i godtyckliga punkter af oändlighetslinien (utom naturligtvis $x=z=0$). För hvarje par i cirkelpunkterna tangerande (n, m)-grenar få vi således ett M-afdrag $=4(n-m)$.

*) Nämligen en för hvarje cirkelpunkt.

$N+K$ blir olika, allt efter som m är udda eller jemt. I förra fallet få vi två $(2n+m, 2n)$-grenar, som tangera x-axeln i dess oändliga punkt och innehålla tillsammans $2(2n-1)$ spetsar; i det senare fås fyra $\left(\frac{2n+m}{2}, n\right)$-grenar genom samma punkt och med samma tangent, eqvivalenta med $4(n-1)$ spetsar. Då nu hvarje af dessa f:s grenar är kontaktspunkt för $n-m$ tangenter från $x=z=0$, n från den cirkelpunkt, hvarigenom den går, samt $n-m$ från den andra och dertill innehåller $m-1$ spetsar, så blir $(N+K)$-afdraget, om n är udda: $12(n-m)+2n+2(n-m)+4(m-1)-2(2n-1)=10(n-m)+2n-2$, och om n är jemt:

$$12(n-m)+2n+2(n-m)+4(m-1)-4(n-1)=10(n-m)+2n,$$

och P-afdraget blir, om m är udda $=\boldsymbol{2n-m-1}$,

om m är jemt $=\boldsymbol{2n-m}$.

§ 41. Vi skola nu sammanfatta resultaten af den senaste undersökningen, dervid förutsättande, att F är egentlig. Med m_h och n_h beteckna vi indices för kontaktspunkterna för de från *den ena* cirkelpunkten till f dragna tangenterna, så att $n_{h_1}-m_{h_1}$ är udda, och $n_{h_2}-m_{h_2}$ jemt, med m_k och n_k indices för tangeringarna med oändlighetslinien *), med m_{i_1}, n_{i_1} och m_{i_2}, n_{i_2} indices för en cirkelpunkt med ändlig tangent, så att n_{i_1} är udda och n_{i_2} jemt, och med n_{j_1}, m_{j_1} samt n_{j_2}, m_{j_2} indices för en kontaktspunkt med oändlighetslinien i en cirkelpunkt, då m_{j_1} är udda och m_{j_2} jemt. Vi erhålla då följande resultat:

$$P=2p+\nu-1-\sum_1^{h_1}(n_{h_1}-m_{h_1}-1)-\sum_1^{h_2}(n_{h_2}-m_{h_2})-\sum_1^{i_1}(n_{i_1}-1)-\sum_1^{i_2}n_{i_2}-\sum_1^{j_1}(2n_{j_1}-m_{j_1}-1)-$$
$$-\sum_1^{j_2}(2n_{j_2}-m_{j_2})-\sum_1^{k}(n_k-m_k)=2p+\nu-1+h_1+i_1+j_1-\left[\sum_1^{h}(n_h-m_h)+\sum_1^{k}(n_k-m_k)+\sum_1^{i}n_i+\right.$$
$$\left.+\sum_1^{j}(2n_j-m_j)\right].$$

Med h_1 menas tydligen antalet ändliga kontaktspunkter med udda indexdifferens för de från *en* af cirkelpunkterna dragna tangenterna, i_1 är antalet genom *ena* cirkelpunkten gående grenar med ändlig tangent, hvilkas större index är udda, och j_1 antalet oändlighetslinien i *en* cirkelpunkt tangerande grenar med udda mindre index. Qvantiteten inom klammer i det sist anförda uttrycket för P är för öfrigt ingenting annat än antalet tangenter, som kunna dragas från en af cirkelpunkterna till f; således $=\nu$. Vi erhålla alltså följande enkla resultat:

$$P=2p-1+h_1+i_1+j_1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

*) Utom i cirkelpunkterna.

De tre talen h_1, i_1 och j_1 kunna ej alla på en gång vara noll, utan att F blir oegentlig. Äro två af dem $= 0$, och det tredje $= 1$ blir $P = 2p$, och, om tillika f är unikursal, $P = 0$, *således då f rektifiabel i den vanliga meningen.*

§ 42. Är $p = 0$ och $h_1 + i_1 + j_1 > 0$ blir $P = h_1 + i_1 + j_1 - 1$, således gradtalet för polynomen under rotmärket i afseende på parametern α, medelst hvilken x och y kunna uttryckas rationelt $2(h_1 + i_1 + j_1)$ eller $2(h_1 + i_1 + j_1) - 1$ (jfr § 33). Detta resultat kunna vi äfven erhålla på anologt sätt med det *l. c.* erhållna. Polynomen (R) under rotmärket satt lika med noll gaf i det generela fallet en eqvation i afseende på α ($R = 0$) med 2ν enkla rötter, nämligen de parametervärden, som svara mot kontaktspunkterna för tangenterna från cirkelpunkterna. Äro emellertid några af dessa kontaktspunkter singuliera eller oändliga, kan sistnämda eqvation få multipla rötter, då flera dylika tangenter svara mot ett och samma parametervärde. Tangenten till en (n, m)-punkt från en annan punkt måste räknas $(n - m)$-faldig; är den då tillika dragen från en cirkelpunkt och singulariteten ändlig, får $R = 0$ $n - m$ sammanfallande rötter, eller R innehåller en faktor $(\alpha - \alpha_i)^{n-m}$, hvilken kan fullständigt flyttas utom rotmärket, om $n - m$ är jemt, men qvarlemnar under rotmärket faktorn $\alpha - \alpha_i$, om $n - m$ är udda. Har f en (n, m)-gren, som tangerar oändlighetslinien på annat ställe än i cirkelpunkt, kunna till densamma från hvarje cirkelpunkt dragas $n - m$ tangenter; således får $R = 0$ $2(n - m)$ sammanfallande rötter, eller R får en faktor, som kan fullständigt flyttas utom rotmärket. Går f med en (n, m)-gren genom en cirkelpunkt utan att tangera oändlighetslinien, måste tangenten räknas för n-faldig, så att $R = 0$ får n sammanfallande rötter, och faktorn $(\alpha - \alpha_i)^n$ kan fullständigt flyttas utom rotmärket, om n är jemt, men qvarlemnar en faktor $\alpha - \alpha_i$, om n är udda. Tangerar slutligen f:s (n, m)-gren oändlighetslinien i cirkelpunkt, blir tangenten från den cirkelpunkt, hvarigenom kurvan går, n-faldig, från den andra $n - m$ faldig; $R = 0$ får derföre en $(2n - m)$-faldig rot $\alpha = \alpha_i$, så att faktorn $(\alpha - \alpha_i)^{2n-m}$ kan fullständigt flyttas utom rotmärket, om m är jemt, men qvarlemnar faktorn $\alpha - \alpha_i$, om m är udda. Har nu f endast reela koefficienter, och således förhåller sig lika till I och J, blir derföre antalet under rotmärket i u qvarstannande faktorer af formen $\alpha - \alpha_i$ lika med talet $2(h_1 + i_1 + j_1)$.

§ 43. Om alla tre talen h_1, i_1 och j_1 samtidigt äro $= 0$, blir F oegentlig, i det den sönderfaller i två likformiga, i afseende på x-axeln symmetriskt belägna kurvor. För att för hvar och en af dem erhålla ordningstalet och summan af klass- och spets-talet (M och $N + K$), ha vi endast att sätta de

på ofvan anvisade sätt erhållna uttrycken lika med resp. $2M$ och $2(N+K)$ i st. f. M och $N+K$.

Om vi nämligen med M', N', K' och P' mena ordning, klass, spetstal och slägte för en kurva F_1, som svarar mot kurvan f_1, hvilken sistnämda i allt väsendtligt öfverensstämmer med f, undantagandes, att den ej står i något speciell förhållande till oändlighetslinien eller cirkelpunkterna, så blir $2M =$
$= M' - 2\sum_1^{k_1}(n_{k_1} - m_{k_1}) - 2\sum_1^{k_2}(2n_{k_2} - m_{k_2}) - 4\sum_1^{j_2}(n_{j_2} - m_{j_2})$, då n_{k_1}, m_{k_1} betyda indices för kontaktspunkter med oändlighetslinien på andra ställen än på y-axeln eller i cirkelpunkt, och n_{k_2} och m_{k_2} *) indices för grenar, som tangera oändlighetslinien på y-axeln, och $2N + 2K =$

$$N' + K' - 2\sum_1^{h_2}(n_{h_2} - m_{h_2}) - 6\sum_1^{k_1}(n_{k_1} - m_{k_1}) - 2\sum_1^{k_2}(5n_{k_2} - 3m_{k_2}) - 2\sum_1^{i_2} n_{i_2} - 2\sum_1^{j_2}(6n_{j_2} - 5m_{j_2}),$$

hvaraf åter erhålles $2P = N + K - 2M + 2 =$

$$= {}^1/_2(N'+K') - M' - \sum_1^{h_2}(n_{h_2} - m_{h_2}) - \sum_1^{k_1}(n_{k_1} - m_{k_1}) - \sum_1^{k_2}(n_{k_2} - m_{k_2}) - \sum_1^{i_2} n_{i_2} - \sum_1^{j_2}(2n_{j_2} - m_{j_2}) + 2 =$$

$= {}^1/_2(N' + K') - M' - \nu + 2 = P' + 1 - \nu$; men nu var $P' = 2p + \nu - 1$; alltså blir

$$P = p\,, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

ett resultat, som bekräftas deraf, att f och hvar och en af kurvans F beståndsdelar, såsom lätt torde vara att inse, entydigt motsvara hvarandra.

§ 44. Betrakta nu slutligen det fall, då f är symmetrisk i afseende på x-axeln och tillika står i en eller flera af de anmärkta speciela relationerna till cirkelpunkterna. Först må anmärkas, att med en symmetrisk tangering af oändlighetslinien på x-axeln eger ett förhållande rum likartadt med det, då f har en i afseende på x-axeln symmetrisk spets (Se 3, A för $\lambda = 0$). I st. f. $2(n - 1)$ spetsar erhållas derföre på den oegentliga kurvan F $4\left(\frac{n}{2} - 1\right) = 2n - 4$, således två mindre, än om f ej vore symmetrisk. Med q mena vi nu antalet symmetriska, oändlighetslinien på x-axeln tangerande grenar, med M, N, K och P karaktererna för den *enkelt* räknade, mot f svarande (x, u)-kurvan, med M', N', K' och P' karaktererna för en kurva F_1, svarande mot en i afseende på x-axeln osymmetrisk, men för öfrigt så väl till karakterer som i sitt förhållande till cirkelpunkterna med f öfverensstämmande kurva f_1 (t. ex. samma kurva hänförd till andra koordinat-axlar). Då blir $2M = M'$; $2(N+K) = N' + K' - 2q - 2r$;

$$2P = N + K - 2M + 2 = {}^1/_2(N' + K') - M' + 2 - q - r = P' + 1 - q - r.$$

---

*) $n_{k_2} \overline{\gtrless} 2m_{k_2}$. Man erhåller lätt samma resultat, om $n_{k_2} > 2m_{k_2}$.

Men enligt formeln (3) är $P' = 2p - 1 + h_1 + i_1 + j_1$, alltså blir

$$2P = 2p + h_1 + i_1 + j_1 - q - r \text{ eller}$$

$$P = p + \tfrac{1}{2}(h_1 + i_1 + j_1 - q - r) \ldots\ldots\ldots (5)$$

Detta resultat är visserligen ganska enkelt och kan användas, för att i särskilda förekommande fall beräkna P, ehuru det ej i och för sig lemnar svar på en fråga af stort intresse nämligen, huruvida för $p > 0$ P någonsin kan blifva $= 0$ eller öfver hufvud taget $< p$. Härför fordras, att $q + r > h_1 + i_1 + j_1$, men det är ej ådagalagdt, att någon kurva, för hvilken detta inträffar verkligen existerar. Jag nödgas här lemna denna fråga oafgjord.

§ 45. Äro h_1, i_1 och j_1 samtidigt $= 0$, och dess utom f (alltjemt symmetrisk i afseende på x-axeln) icke har några andra "omaka" singulariteter än spetsar och tangeringar med oändlighetslinien på x-axeln, svara mot f två likformiga, dubbelt räknade kurvor på det sätt, att en ordinata för den ena är numeriskt lika men till tecken motsatt en mot samma abskissa svarande ordinata för den andra. Då detta fall förhåller sig till det, för hvilket formeln (4) gäller, på samma sätt som näst föregående till det, för hvilket gäller formeln (3), begagna vi en analog beteckning med det föregående fallets, i det vi låta M, N, K och P betyda karaktererna för en egentlig mot f svarande (x, u)-kurva, med M', N', K' och P' karaktererna för en likaledes egentlig (x, u)-kurva, som svarar mot den osymmetriska men för öfrigt väsendtligen med f öfverensstämmande kurvan f_1. Då blir $2M = M'$, $2(N + K) = N' + K' - q - r$, $2P = = \tfrac{1}{2}(N' + K') - M' + 2 - \tfrac{1}{2}(q + r) = P' + \tfrac{1}{2}(2 - q - r)$, men enligt formeln (4) är här $P' = p$, således

$$P = \frac{p}{2} + \frac{1}{4}(2 - q - r) \ldots\ldots\ldots\ldots (6).$$

Enligt denna formel skulle nödvändigt P vara $< p$, om $p > 0$; jag har emellertid ej kunnat få något exempel på en icke unikursal kurva, för hvilken denna formel gäller, och måste lemna oafgjordt, huruvida någon sådan finnes.

Bestämning af (x, u)-kurvans slägte på annan väg.

§ 46. Såsom en verifikation på de erhållna uttrycken för P skola vi nu deducera dem på annat sätt och dervid jemte resultaten af undersökningen öfver kurvornas f och F motsvarande singulariteter använda följande sats *):

*) H. G. Zeuthen. Nouvelle démonstration de théorèmes sur des séries de points correspondants sur deux courbes. Mathematische Annalen Bd III, s. 150.

Om två kurvor C och C' motsvara hvarandra xx'-tydigt, d. v. s. så, att mot en punkt på C svara x' punkter på C', och mot en punkt på C' svara x punkter på C, och y, y' resp. betyda antalet koincidenser mellan två och två mot samma punkt på den andra kurvan svarande punkter på C och C' (så att t. ex. y' betyder antalet punkter på C, för hvilka två af de motsvarande punkterna på C' sammanfalla) och p, p' slägtena för resp. C och C', så är:

$$y - y' = 2x'(p-1) - 2x(p'-1).$$

Om vi med C mena f och med C' kurvan F, så att $p' = P$, så kan man ur ofvan stående formel beräkna P, om y, y', x, x' och p äro kända.

Om f och F entydigt motsvara hvarandra, så att $x = x' = 1$ och $y = y' = 0$, blir enligt ofvan stående formel $P = p$, ett fall, som redan är anmärkt (§§ 25 och 43). Alla öfriga händelser kunna här lämpligen sammanfattas under följande tre kategorier.

1) Kurvan f är osymmetrisk i afseende på x-axeln och har åtminstone ett punktpar, som uppfyller något af följande tre vilkor:

a) punkterna äro ändliga, tangenterna gå genom hvar sin cirkelpunkt, och skilnaden mellan hvardera punktens indices är ett udda tal;

b) hvardera punkten är cirkelpunkt med ändlig tangent och udda större index;

c) hvardera punkten är cirkelpunkt med oändlighetslinien till tangent och udda mindre index.

En punkt hörande till något af dessa slag, men också endast en dylik, blir kritisk för två "lika och motsatta" u-värden enligt undersökningen (§ 4 — § 18; jfr särskildt de fall, då F-punkterna bli oändliga) öfver kurvornas f och F motsvarande singulariteter.

2) f är symmetrisk i afs. på x-axeln och har åtminstone antingen ett punktpar, som uppfyller något af strax ofvan nämda vilkor, eller ock en i afs. på x-axeln symmetrisk gren, som hvarken är spets eller tangerar oändlighetslinien på x-axeln. En dylik gren kan vara antingen ändlig och skär då x-axeln vinkelrätt (§§ 8, 9), eller ock oändlig och går då genom y-axelns oändliga punkt med ändlig (§§ 12, 13) eller oändlig (§§ 17, 18) tangent. Såsom af de anförda ställena synes, ger äfven hvarje af dessa singulariteter en kritisk punkt för två numeriskt lika och motsatta u-värden, hvilket deremot icke är fallet med de två öfriga tänkbara slagen af opariga singulariteter, spets och oändlig tangering på x-axeln (§§ 6, 15). Parvis uppträdande, således i och för sig osymmetriska grenar, hvilkas tangenter ej gå genom cirkelpunkt, kunna naturligtvis aldrig ge några kritiska punkter för numeriskt lika och motsatta u-värden.

3) f är symmetrisk, men inga kritiska punkter finnas, som förbinda två numeriskt lika och motsatta u-värden.

Vi skola nu härleda de ofvan deducerade formlerna (3), (5) och (6) med tillhjelp af Zeuthens formel.

1) I detta fall svara mot en punkt på f två på F, men mot en punkt på F svarar endast en på f; alltså är $x' = 2$, $x = 1$ och naturligtvis $y = 0$. Vidare är, enligt hvad ofvan anmärkts, $y' = 2\ (h_1 + i_1 + j_1)$. Således blir

$$2(h_1 + i_1 + j_1) = 2(P - 1) - 4(p - 1),\ \text{eller}$$
$$P = 2p - 1 + h_1 + i_1 + j_1 \ldots\ldots\ldots\ldots (3),$$

af hvilken formel (1) tydligen är ett specialfall.

2) Här svara mot en punkt på f två på F (den enkelt räknade (x, u)-kurvan), och mot en punkt på F likaledes två på f; således är $x = x' = 2$. Antalet "omaka singulariteter" på f, hvilka hvarken äro spetsar eller tangeringar med oändlighetslinien på x-axeln, må vara t. Då är $y' = 2(h_1 + i_1 + j_1) + t$.

De parvis uppträdande (med hvardera cirkelpunkten korresponderande) punkter på f, hvilkas motsvarande F-punkter sammanfalla, gifva på grund af f:s symmetri visserligen på F samma koincidenspunkt, men denna måste räknas för två på den grund, att de motsvarande punkterna på f äro skilda. Att talen y och y' verkligen skola tagas i en dylik mening, som ofvan uttryckligen är påpekadt, kan man finna, om man genomgår Zeuthens på citeradt ställe meddelade bevis. Likaledes blir af enahanda skäl $y = 2(q + r) + t$. Mot hvarje omaka spets eller tangering med oändlighetslinien på x-axeln svara nämligen på F två till alldeles skilda grenar hörande punkter, och således, mot hvarje af de sistnämda en koincidenspunkt på f. Genom insättning i Zeuthens formel blir alltså:

$$2(q + r - h_1 - i_1 - j_1) = 4\ (p - 1) - 4(P - 1),\ \text{eller}$$
$$P = p + {}^1/_2\,(h_1 + i_1 + j_1 - q - r) \ldots\ldots\ldots (5),$$

af hvilken formel (2) ju är ett specielt fall.

3) Mot en punkt på f svarar endast en på hvarje egentlig (x, u)-kurva (F); således är $x' = 1$, $y' = 0$. Mot en punkt på F svara deremot två punkter på f med $q + r$ koincidenspunkter, således $x = 2$, $y = q + r$. (Icke $2(q + r)$, ty de två punkter, som svara mot samma "omaka" f:singularitet, höra till helt och hållet skilda kurvor). Häraf fås:

$$q + r = 2(p - 1) - 4(P - 1),\ \text{eller}$$
$$P = \frac{p}{2} + \frac{1}{4}(2 - q - r) \ldots\ldots\ldots (6).$$

Exempel på tillämpning af de erhållna resultaten.

§ 47. Ett vanligt kägelsnitt utan specielt läge ger vid tillämpning af formeln (1) $P = 1$. Vridas koordinataxlarna så, att kurvan blir symmetrisk i afseende på dem, fås vid tillämpning af formeln (2) likaledes $P = 1$. Kägelsnittets båge uttryckes också, som bekant, med en elliptisk integral.

En parabel utan specielt läge ger vid användning af formeln (3) ($h_1 = 1$; $i_1 = j_1 = 0$) $P = 0$. Är parabeln symmetrisk i afseende på x-axeln, erhålles medelst formeln (5) (vi ha $h_1 = 1$; $i_1 = j_1 = 0$; $q = 1$; $r = 0$) äfvenledes $P = 0$. Parabeln är ju också rektifiabel.

Cirkeln ger vid användande af formeln (5) ($h_1 = i_1 = j_1 = q = r = 0$) $P = 0$.

Kurvan $ay^2 = x^3$ är tydligen rektifiabel. Vi hafva här att tillämpa formeln (5). Då nu kurvan i origo har en i afseende på x-axeln symmetrisk spets, och oändlighetslinien är i y-axelns oändliga punkt inflexionstangent, så att från en cirkelpunkt en ändlig tangent kan dragas, ha vi $h_1 = r = 1$; $i_1 = j_1 = q = p = 0$; således $P = 0$.

Cissoiden $ay^2 = x(x^2 + y^2)$ är, såsom man direkt kan pröfva, rektifiabel. Kurvans karakterer äro $\mu = 3$, $\delta = 0$, $\nu = 3$, $\varkappa = 1$; spetsen är symmetrisk i afseende på x-axeln, och kurvan slutligen cirkulär, så att från en cirkelpunkt endast en tangent med ändlig kontaktspunkt kan dragas. Derföre är $p = 0$; $h_1 = 1$; $i_1 = 0$; $j_1 = 0$; $q = 0$; $r = 1$. Således blir enligt (5) $P = 0$. Samma värde på P fås enligt (3), om koordinataxlarna vridas så, att kurvan ej blir symmetrisk i afseende på x-axeln.

Den trespetsiga hypocykloiden ($\mu = 4$, $\delta = 0$, $\varkappa = 3$, $\nu = 3$) tangerar oändlighetslinien i I och J. Gifver man kurvan ett godtyckligt läge, blir enligt (3) ($p = h_1 = i_1 = 0$; $j_1 = 1$) $P = 0$. Lägger man kurvan symmetriskt i afseende på x-axeln, blir på grund af (5) ($q = 0$, $r = 1$) $P = 0$. Kurvan är också, likasom i allmänhet epi- och hypocykloiderna, rektifiabel.

Lemniscatan $(x^2 + y^2)^2 = a^2(x^2 - y^2)$ har karaktererna $\mu = 4$, $\delta = 3$, $\varkappa = 0$, $p = 0$, $\nu = 6$, och är bicirkulär med två inflexioner i hvarje cirkelpunkt. Derföre är $h_1 = 0$; $i_1 = 2$; $j_2 = 0$; $q = 0$; $r = 0$; och på grund af (5) $P = 2 . {}^1/_2 = 1$. Samma resultat erhålles på grund af (3), om åt kurvan gifves ett godtyckligt läge. Vid användning af polarkoordinater finner man också, att bågen uttryckes med en elliptisk integral af första slaget.

Den tricirkulära kurva, hvars karakterer äro $\mu = 6$, $\delta = 6$, $\varkappa = 4$, $\nu = 6$, $p = 0$, och hvars koordinater kunna uttryckas:

$$x = \alpha^2(\alpha^4 + 4\alpha^2 - 1);\ y = 4\alpha^3;\ z = (\alpha^2 + 1)(\alpha^4 + 6\alpha^2 + 1),$$

är tydligen symmetrisk och har två x-axeln tangerande spetsar ($\alpha = 0$ och $\alpha = \infty$). Den hör derföre till den kategori, för hvilken formeln (6) gäller. Då nu $q = 0$, $r = 2$, blir $P = 0$. Såsom man lätt kan verifiera, fås $\frac{x}{z} = \frac{\alpha^6 + 4\alpha^4 - \alpha^2}{\alpha^6 + 7\alpha^4 + 7\alpha^2 + 1}$,

$$\frac{u^2}{z^2} = \frac{9\alpha^{16} + 132\alpha^{14} + 652\alpha^{12} + 1292\alpha^{10} + 1230\alpha^8 + 604\alpha^6 + 156\alpha^4 + 20\alpha^2 + 1}{(3\alpha^8 + 16\alpha^6 + 38\alpha^4 + 8\alpha^2 - 1)^2}.$$

Att kurvan F, hvars koordinater vi nu fått uttryckta i α, är dubbel, visar sig derigenom, att dessa uttryck endast innehålla jemna digniteter af α, så att vi i st. f. α^2 kunna sätta β. Men att äfven den kurva, hvars koordinater då erhållas uttryckta i β, är oegentlig, synes deraf, att $\frac{u^2}{z^2}$ såsom funktion af β är en jemn qvadrat. Vi hafva nämligen

$$\frac{x}{z} = \frac{\beta^3 + 4\beta^2 - \beta}{\beta^3 + 7\beta^2 + 7\beta + 1};\ \frac{u}{z} = \pm\frac{3\beta^4 + 22\beta^3 + 28\beta^2 + 10\beta + 1}{3\beta^4 + 16\beta^3 + 38\beta^2 + 8\beta - 1},$$

såsom var att vänta. Härmed är också kurvans rektifiabilitet verifierad.

Om antalet perioder till funktionen $s = \int u dx$.

§ 48. De ofvan deducerade formlerna för talet P torde kunna användas dels såsom i många fall hastigt till målet ledande medel att afgöra, huruvida en speciel kurva är rektifiabel, dels ock för att få en allmän öfverblick öfver de vigtigaste händelser, då rektifikationen kan utföras. Dessa fall, nämligen då $P = 0$, så att $\int udx$ saknar cykelperioder, äro påtagligen att anse såsom ganska sällsynta och åtminstone för osymmetriska kurvor nödvändigt förutsättande, att dessas qvadratur kan utföras. (Huruvida sistnämda vilkor är nödvändigt äfven för symmetriska kurvor, kan jag ej med visshet säga; jfr § 44). Härmed är dock ingalunda sagdt, att ej fall af rektifiabilitet kunna förekomma, hvilka icke genom den här anvisade metoden gifva sig tillkänna. Så t. ex. måste evolutan till en algebraisk kurva alltid vara rektifiabel, äfven om kurvans, och således äfven evolutans slägte är > 0, då vi ju i allmänhet äfven få $P > 0$. Då sålunda antalet perioder till integralen är noll, ehuru fundamentalkurvan icke är unikursal, måste mellan cykelperioderna finnas flera lineära heltalsrelationer än de af de fullständiga omgångarna betingade, likasom detta uppenbarligen äfven är fallet, om i allmänhet integralens perioder äro till antalet färre än fundamentalkurvans dubbla slägttal. Det sistnämda är nu vanligen händelsen med $\int udx$, om $p > 0$.

§ 49. Låt $\int ydx$ *) vara en Abel'sk integral, hvars fundamentalkurva $f(x, y) = 0$ är symmetrisk i afseende på x-axeln. Antalet kritiska punkter för y är då $= \nu + \varkappa - 2\Sigma m_i$, om med m_i menas lägre index för en gren genom y-axelns oändliga punkt. Dessa kritiska punkter äro emellertid af två slag:

1:o) parvis uppträdande, i afs. på x-axeln symmetriskt belägna,

2:o) opariga och belägna antingen på x-axeln eller i y-axelns oändliga punkt.

Antalet kritiska punkter af slaget 2) må vara $= s$. Funktionen y är $(\mu + \Sigma m_i)$-värdig, hvarföre vi, för bildande af cykler, måste välja $\mu - \Sigma m_i - 1$ fundamentalpunkter. Till dessa välja vi $\mu - \Sigma m_i - 2$ af de parvis uppträdande, så att bland dem mot hvarje, som förbinder t. ex y_i med y_k, svarar en, som förbinder y_{-i} med y_{-k} $(y_i = -y_{-i})$, samt 1 af de opariga, hvilken således förbinder två lika och motsatta y-värden. Hvar och en af de öfriga kritiska punkterna ger nu med ett på lämpligt sätt valdt antal fundamentalpunkter en enkel cykel, och integralen tagen längs en sådan är en period. Men nu kombineras en kritisk punkt af slaget 1) endast med fundamentalpunkter af samma kategori (cykler af slaget 1), och endast för de opariga måste fundamentalpunkten af andra slaget medtagas (cykler af slaget 2). För genomlöpande af samtliga cykler af slaget 1, kunna vi tänka oss, att x två och två gånger genomlöper samma väg i x-planet, men med motsatta begynnelsevärden för y.

Så väl y som $\int ydx$ är derföre i hvilken punkt som helst af den ena vägen numeriskt lika men till tecken motsatt värdet i samma punkt af den andra. Antalet cykelperioder af slaget 1 blir derföre $^1/_2\,(\nu + \varkappa - 2\Sigma m_i - s - \mu + \Sigma m_i + 2)$, af andra slaget $s - 1$. Nu kunna vi emellertid reducera summan af dessa tal medelst de relationer, som erhållas af de fullständiga omgångarna. Antalet fullständiga omgångar är $\mu - \Sigma m_i$, och integralen längs hvarje sådan är en summa af cykelintegraler, hvilken är identiskt noll, hvarigenom en lineär heltalsrelation mellan perioderna erhålles. Men nu är integralen längs hvarje cykel i den omgång, som börjar med t. ex. y_i, till tecken motsatt, men numeriskt lika med integralen längs hvarje cykel i den omgång, som börjar med y_{-i}. Vi erhålla således $\frac{1}{2}(\mu - \Sigma m_i)$ lineära relationer mellan våra perioder, så att antalet af hvarandra oberoende perioder icke blir större än

$$\frac{1}{2}(\nu + \varkappa - 2\mu + 2) + \frac{s}{2} - 1 = p + \frac{s}{2} - 1 .$$

*) Det här följande resonnementet gäller, äfven om i st. f. y står en rationel, i afseende på y udda funktion.

§ 50. Tillämpa vi nu detta resultat på $\int u dx$ med fundamentalkurvan $F(x, u) = 0$, så blir antalet perioder a till $\int u dx$,

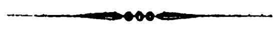
om formeln (3) (resp. (1)) gäller, då $s = 2(h_1 + i_1 + j_1)$,

$a = P + h_1 + i_1 + j_1 - 1 = 2p + 2(h_1 + i_1 + j) - 2$, (resp $2p + 2\nu - 2$), således $= 2P$, endast om $p = 0$;

om formeln (5) (resp. (2)) gäller, i hvilket fall $s = t + h_1 + i_1 + j_1$, $a = P + \frac{1}{2}(t + h_1 + i_1 + j_1) - 1 = p + h_1 + i_1 + j_1 + \frac{1}{2}(t - q - r) - 1$, (resp $p + \nu + \frac{t-r}{2} - 1$).

För de fall, då formlerna (4) och (6) gälla, ha vi ingen symmetrisk fundamentalkurva till $\int u dx$, så att antalet perioder till integralen i allmänhet är $= 2P$.

Att afgöra, om och när antalet perioder till $\int u dx$ kan blifva ännu mindre än det ofvan härledda (som naturligtvis endast är att anse som ett maximiantal) ligger utom planen för detta arbete, då dervid skulle erfordras helt andra metoder än de här följda.



Studier öfver friktionselektriciteten

af

J. R. RYDBERG.

I. Elektricitetsutveckling vid friktion mellan metaller.

Då två stycken af olika metaller gnidas mot hvarandra, kan elektricitet tänkas uppkomma på tre olika sätt:

1:o) derigenom att de två metallerna på beröringsytan attrahera de båda elektriciteterna med olika kraft (kontaktselektricitet);

2:o) omsättes det för gnidningen använda arbetet i värme, hvilket i sin ordning förorsakar en skilnad i elektrisk potentialnivå mellan de båda metallerna (termoelektricitet);

3:o) kunde man antaga att det yttre mekaniska arbetet direkt gåfve upphof till en elektrisk differens på beröringsytan (friktionselektricitet).

Den fråga, hvarpå svaret i detta fall söktes, var huruvida någon elektricitet verkligen uppkommer på det tredje sättet, d. v. s. *om mekaniskt arbete vid gnidning mellan metaller kan direkt ge upphof till någon elektricitetsutveckling eller förhåller sig på samma sätt som den dermed eqvivalenta värmemängden skulle göra.*

Utgöra de båda metallstycken, som skola undersökas, delar af en sluten metallisk ledning, så visar sig i alla händelser icke någon verkan af det slags elektricitet, som under 1:o) omnämnes. Ökas deremot, vare sig genom gnidning eller direkt uppvärmning, temperaturen på beröringsytan mellan de båda metallerna, uppstår en termoelektrisk ström, hvilken fortfar, så länge någon olikhet i temperatur mellan ledningens kontakter förefinnes, alltså äfven sedan uppvärmningen eller gnidningen upphört. Härigenom skiljer sig en ström af

detta slag från en, som på det tredje af de nämda sätten skulle uppkomma, emedan, då friktionen såsom sådan här vore orsak till elektricitetsutvecklingen, denna måste upphöra på samma gång som rörelsen afstannade. Om båda de senare krafterna samtidigt verkade, skulle en del af den under rörelsens fortgång befintliga potentialdifferensen mellan metallerna försvinna, så snart hvila inträdde, och strömmen derigenom plötsligen försvagas, om båda krafterna verka åt samma håll, men förstärkas, om de gå i motsatt riktning. Den återstående delen af strömmen skall sedan långsamt aftaga, till dess alla kontaktsställena åter antagit samma temperatur.

Den apparat, som för undersökningen användes, var på följande sätt inrättad. I ett bräde voro tre uppståndare af ebonit fästade, hvaraf de två tjenade som stöd för den horisontela axeln till en cirkelrund vertikal träskifva af 107 mm. diameter, hvars buktiga kant var belagd med ett kopparbleck af samma bredd som skifvans tjocklek (36 mm.). Vid den tredje uppståndaren, som befann sig i skifvans plan, var fastskrufvad ena ändan af en 15 cm. lång stålskena, hvars andra ända på grund af skenans spänstighet hårdt tryckte mot det nämde kopparblecket utefter dettas hela bredd. Medelst en på axeln anbragt vef kunde skifvan försättas i rotation, hvarvid kopparbeläggningen under konstant tryck gned mot stålskenan. Från en i det undre brädet fästad smal fjedrande kopparten, som med lätt tryckning hvilade mot beläggningen på skifvans kant, utgick den ena ledningstråden till mätningsinstrumentet. Den andra ledningstråden, hvilken var fästad vid stålskenan, bestod i dennas närhet af jern; den öfriga delen af densamma var deremot, likasom den förra tråden, af koppar för att icka störa galvanometerns utslag.

För uppmätning af strömstyrkan användes en vanlig multiplikator med ringa ledningsmotstånd. Afläsningen skedde med tub, spegel och millimeterskala.

Vid skifvans kringvridning uppstår värme, icke blott vid det egentliga kontaktsstället mellan stålskenan och kopparbeläggningen på skifvans kant, utan äfven på beröringsytan mellan samma beläggning och den deremot likaledes gnidande koppartenen. Då emellertid denne senares bredd var ringa i jemförelse med stålskenans och dess tryck blott var så stort, att strömmen obehindradt kunde gå fram, kan denna värmemängd lemnas utom beräkningen, och allt värmet anses frambragt vid kontakten mellan stål och koppar. Likaledes kan hela den termoelektriska strömmen betraktas såsom härledande sig från samma kontakt, emedan den koppar, som till ledningens olika delar an-

vändes, visade högst ringa differens i termoelektriskt hänseende, hvilket äfven var fallet med stålskenan och den derifrån utgående jerntråden.

Genom att lämpligen ändra skifvans rotationshastighet var det möjligt att under en längre tid bibehålla samma strömstyrka. Härvid måste den mot en viss strömstyrka svarande rotationshastigheten minskas allt mera, ju längre tid rörelsen fortsättes, i det nämligen en mindre mängd värme bortledes till skifvans underliggande delar, sedan dessa blifvit uppvärmda, än vid rörelsens början. För att visa storleken af detta aftagande anföras här några tal, utvisande det antal hvarf i sekunden, som erfordrats för att under en tid af t sekunder bibehålla en strömstyrka n, uttryckt i cm af skalan.

	Antal hvarf i sekunden.				
n	$t = 60$	$t = 120$	$t = 180$	$t = 240$	$t = 300$
5	0,450	0,433	0,430	0,429	0,423
10	1,050	1,000	0,961	0,929	0,917
15	1,567	1,475	1,433	1,413	1,380

Af det värme, som genom gnidningen erhålles, förbrukas en del till frambringande af den elektriska strömmen direkt utan att derigenom temperaturen hos de gnidande kropparne ökas, hvaraf följer att, om icke genom omsättning af arbete värme oafbrutet tillföres, strömstyrkan måste aftaga. En annan del af värmet bortgår genom ledning och strålning, så att de särskilda punkterna af kopparbeläggningen på skifvans kant hinna afkylas mellan hvarje gång de genom friktionen mot stålskenan på nytt uppvärmas. Denna senare kommer alltså i hvarje ögonblick i beröring med kallare punkter, och således måste äfven af denna anledning en sänkning af temperaturen på beröringsytan inträffa, så snart kringvridningen upphör. Häraf följer att strömstyrkan på samma gång måste minskas ganska hastigt, hvarigenom multiplikatorns nålsystem, oberoende af den möjliga tillvaron af en elektricitetsutveckling af tredje slaget, måste försättas i oscillationer kring sina föränderliga jemvigtslägen. Tiden för en enkel oscillation utgjorde vid det använda nålsystemet 6 sek. Det var alltså möjligt att efter vefningens upphörande observera nålens utslag hvar sjette sekund. Verkliga utslaget vid en viss tid har sedan beräknats på vanligt sätt, så att, om n_0, n_1, n_2 äro tre successiva utslag — det mellersta åt mot-

satt håll mot de båda andra — nålens jemvigtsläge vid tiden för utslaget n_1 antagits vara $\frac{1}{4}(n_0+2n_1+n_2)$.

Försöken anstäldes på det sätt att strömstyrkan under ett visst antal sekunder, i det följande betecknadt med t, bibehölls konstant genom att moderera skifvans rotationshastighet, hvarefter vefningen afbröts. Den konstanta strömstyrkan betecknas med n, utgörande utslagets storlek i cm. på den använda skalan; δ betyder utslagets minskning under de 6 första sekunderna; p är samma minskning uttryckt i procent af den ursprungliga strömstyrkan eller $\frac{100\delta}{n}$.

De båda följande försöksserierna, i hvilka $t = 60$, visa att minskningen δ är i det närmaste proportionel mot n.

n	δ	p	n	δ	p
1	0,69	69,0	5	3,66	73,2
2	1,46	73,0	10	7,38	73,8
3	2,14	71,2	15	11,38	75,7
4	2,84	71,0	20	14,95	74,8
5	3,73	74,6	25	19,45	77,8.

Orsaken till den hastigare minskningen vid större strömstyrka är tydligen den, att skilnaden mellan temperaturen hos kontaktstället och hos omgifningen ökas på samma gång som strömstyrkan.

För att utröna, hvad inflytande tiden t utöfvade på storleken af δ, anstäldes försöksserier med samma strömstyrka $n = 10$. De olika serierna äro ej med hvarandra fullt jämförliga men utvisa dock tillräckligt tydligt inflytandet af värdet på t. Då värdena på δ i detta fall äro $= \frac{p}{10}$, hafva de ej blifvit särskildt anförda.

t	p	t	p
Serien 1.		Serien 2.	
5	94,8	30	83,9
10	91,2	45	79,4
25	89,9	60	77,8
Serien 3.		Enstaka försök.	
60	83,8	300	59,2
120	79,4	360	57,1
180	72,3	600	26,2
240	67,5	900	34,5.

Inom de tre försöksserierna visar sig tydligt att, ju längre tid strömmen bibehålles oförändrad, desto större del deraf qvarstår efter gnidningens upphörande. Serierna 2 och 3 äro, såsom det synes, ej direkt jemförliga med hvarandra. Detsamma gäller om de enstaka försöken.

Vid den undersökning, som sedermera anstäldes för att lära känna motsvarande förhållanden, då strömmen erhölls genom uppvärmning af beröringsytan mellan de båda metallerna, användes samma metod, i det nämligen under en bestämd tid samma strömstyrka bibehölls. Uppvärmningen åstadkoms helt enkelt genom att med en varmare kropp beröra kontaktsytan, under det att nålens utslag samtidigt iakttogs. Genom att tillföra mera eller mindre värme allt efter omständigheterna kunde strömmen hållas konstant. De resultat, som dervid erhöllos, voro följande:

n	t	δ	p
5	60	1,75	35,0
10	60	3,05	30,5
10	120	3,15	31,5.

Detta betydande potentialfall under de 6 första sekunderna måste härleda sig från samma orsak som då strömmen framkallas genom gnidning, d. v. s. deraf att en betydlig del af det tillförda värmet förbrukas till strömmen och således ej kan åt kontaktsstället meddela en temperatur nog hög att efter uppvärmningens slut bibehålla samma strömstyrka. För att visa strömstyrkans aftagande under första minuten efter friktionens eller uppvärmningens slut anföras följande försök. Strömstyrkan angifves här för hvar sjette sekund, *d* är skilnaden mellan värdena för de successiva observationerna, *T* betyder sekunder efter upphörandet af rörelse eller uppvärmning.

	Friktion $t = 600$		Uppvärmning $t = 120$	
T	n	d	n	d
0	10,00	2,62	10,00	3,15
6	7,38	0,59	6,85	0,75
12	6,79	0,36	6,10	0,63
18	6,43	0,28	5,47	0,50
24	6,15	0,26	4,97	0,42
30	5,89	0,23	4,55	0,40
36	5,66	0,17	4,15	0,30
42	5,49	0,24	3,85	0,28
48	5,25	0,16	3,57	0,23
54	5,09	0,16	3,34	0,22
60	4,93		3,12	

Man ser alltså häraf, att vid direkt uppvärmning strömstyrkan faller lika hastigt, som då strömmen framkallas genom gnidning under längre tid. Att aftagandet efter uppvärmning, såsom det i allmänhet visat sig, sedan den första stora minskningen inträffat, måste försiggå hastigare än efter friktion, är lätt att inse. Jemte de gemensamma orsaker, som i båda fallen vålla en temperatursänkning på beröringsytan, och derigenom strömmens aftagande, nämligen värmeförbrukning för underhållande af strömmen och utstrålning, tillkommer efter uppvärmning tillika en förlust genom ledning, emedan temperaturen hos kontaktsstället ursprungligen är betydligt högre än hos den öfriga delen af kopparskenan, då deremot vid friktion hela beläggningen likformigt uppvärmes.

I alla händelser är öfverensstämmelsen mellan resultaten af de båda olika slagen af försök större, än att det skulle finnas något skäl att antaga en särskild elektricitetsutveckling vid friktion mellan metaller, d. v. s. åtminstone mellan koppar och jern. Så vidt man häraf kan sluta, är alltså *den potentialdifferens, som uppstår, då två metaller gnidas mot hvarandra, lika med den som skulle uppkomma, om en med det använda arbetet eqvivalent värmemängd direkt tillfördes.*

II. Friktionselektricitetens beroende af den atmosfer, hvaraf de gnidande kropparne omgifvas.

Huru man än må förklara elektricitetsutvecklingen vid friktion, tyder allt derpå, att beskaffenheten af de gnidande kropparnes ytor är af stor betydelse. Det är nu bekant, att hvarje i luften befintlig kropp på sin yta kondenserar ett lager af gas och vatten, hvilket med stor styrka dervid fasthänger. Först genom aflägsnandet af denna atmosfer kunna två kroppar, hvilka gnidas mot hvarandra, omedelbart komma i kontakt. Förtunnas den omgifvande luften, måste luftlagret förändras, hvarmed äfven bör följa en förändring af den vid gnidning utvecklade elektricitetsmängden. Efterföljande undersökning afser att utröna, huruvida och i hvilken grad ett dylikt inflytande af luftens täthet verkligen gör sig gällande.

Vid de anstälda försöken framkallades elektriciteten derigenom, att qvicksilfver fick flyta fram och tillbaka i ett glasrör, hvarur luften efter behag kunde utpumpas. Det rör, som användes, var en cylinder af 315 mm. längd och 21 mm. yttre diameter med halfklotformigt afrundade ändar, hvaraf den ena, *A*, till en längd af 12 mm. utvändigt var belagd med stanniol. På ett

afstånd af ungefär 1 cm. från rörets andra ända, *B*, utgick vinkelrätt ett smalare rör, *C*, i hvars yttre slutna ända var insmält en platinatråd, hvarigenom qvicksilfret kunde urladdas. Volumen af *C* var så stor, att det kunde rymma den använda qvicksilfvermängden, hvilken, då *AB* hölls lodrätt och *A* var vändt nedåt, i det större röret intog ungefär samma höjd som stanniolbeläggningen utanför. Från midten af *AB* utgick vinkelrätt åt samma håll som *C* ett smalt, öppet rör *D*, som medelst en kran kunde afstängas och hvars yttre koniskt afslipade ända noga passade till ansatsröret på den använda luftpumpen. Före qvicksilfrets ifyllande rengjordes röret omsorgsfullt. För luftens förtunning begagnades en luftpump af den Toepler-Hagenska konstruktionen [1]), hvilken visade sig särdeles beqväm och ändamålsenlig.

Då qvicksilfret gnider mot glaset, blifva båda elektriska. Så länge de äro i kontakt med hvarandra, verka de båda elektriska lagren med lika styrka och kunna ej utöfva något inflytande utåt; om deremot qvicksilfret får flyta undan och blott glaset qvarstår, på sin ena sida laddadt med elektricitet, så verkar det genom influens på stanniolbeläggningen, hvarvid den oliknämniga elektriciteten attraheras och den liknämniga blir fri och kan uppmätas. Får qvicksilfret sedan flyta tillbaka, neutraliseras derigenom verkan af det elektriska lagret på glaset och den förut bundna, med glasets elektricitet liknämniga elektriciteten hos stanniolbeläggningen måste blifva fri. Äro härvid glaset och qvicksilfret lika starkt laddade, erhålles samma mängd elektricitet, fastän af motsatt tecken, som i förra fallet. Är glasets laddning starkast, förblifver en del bunden och endast så mycket elektricitet blir fri, som motsvarar den hos qvicksilfret befintliga laddningen. Om återigen qvicksilfret är starkare elektriskt än glaset, verkar öfverskottet i sin ordning fördelande, så att man alltid får just så mycket elektricitet fri, som motsvarar den mängd, hvarmed qvicksilfret är laddadt. Då qvicksilfret får flyta från den ända (*A*) af röret, hvilken är belagd med stanniol, till *B*, erhålles alltså glasets elektricitet; då det får rinna i motsatt riktning från *B* till *A*, deremot qvicksilfrets.

Mätningen af elektricitetens mängd verkstäldes medelst en Thomsons elektrometer. Då de här förekommande qvantiteterna voro alltför betydliga att direkt mäta, utan att minska instrumentets känslighet mera än med utslagens noggrannhet kunde anses förenligt, användes en kondensator, hvars skifvor efter

[1]) Wied. Ann. Bd. 12, pag. 425. 1881. Det exemplar, som användes, var detsamma, hvarmed de å pag. 438 i nämde uppsats anförda försöken blifvit verkstälda.

behof kunde mera eller mindre aflägsnas från hvarandra. Den undre kondensatorskifvan stod genom en (icke öfverspunnen) ledningstråd i förbindelse med elektrometern. Den öfre skifvan laddades, och genom en till jorden afledd tråd, som slutade med en fjedrande spiral, hvilken infördes mellan båda skifvorna, kunde dessa samtidigt urladdas.

Låter man stanniolbeläggningen ligga an mot kondensatorn under olika lång tid, visar det sig, att utslagen blifva störst, om beröringen är ögonblicklig, och minskas ju längre den varar; hvilket bland annat måste bero derpå, att glaset bortleder en del af elektriciteten, hufvudsakligen på grund af det fuktighetslager, hvaraf dess yttre yta betäckes. Denna olägenhet torde svårligen kunna undvikas, då det väl knappast låter sig göra att befria ytan från detta lager utan att samtidigt genom gnidning eller uppvärmning förändra rörets tillstånd i elektriskt afseende. Man kan ej heller, om qvicksilfret skall få flyta jemt från rörets ena ända till den andra, minska tiden för beröringen under en viss gräns.

Vid de särskilda försöken lades stor vigt derpå, att allt utfördes så regelbundet och likformigt som möjligt. Stanniolbeläggningen urladdades under en bestämd kort tid, derefter borttogs urladdaren mellan kondensatorskifvorna, stanniolbeläggningen lades an mot den öfre skifvan och qvicksilfret fick under en bestämd tid så jemt som möjligt flyta från rörets ena ända *(A)* till den andra *(B)*. Under det utslaget för glasets elektricitet aflästes, aflägsnades röret från kondensatorn och bibehölls i lodrät ställning till nästa försök, då qvicksilfret på samma sätt fick utföra sin rörelse i motsatt riktning från *B* till *A* och dess elektricitet bestämdes o. s. v. Tiden mellan två successiva mätningar af olika slags elektricitet bibehölls i hvarje försöksserie oförändrad och utgjorde 1, 2 eller 4 minuter vid olika tillfällen. För att undvika allt inflytande af tillfälliga förändringar hos rörets yta vidrördes delen *AB* af röret icke under försöken. Mellan dessa fastskrufvades röret *D* i ett stativ, så att *AB* alltid befann sig i vertikal ställning. Blott genom iakttagande af dessa försigtighetsmått var det möjligt att erhålla öfverensstämmande resultat.

Värdena af elektrometerns utslag bestämdes genom jemförelse med en stapel af Leclanchés element. De nedan anförda talen äro alla reducerade till en gemensam enhet.

I tabellerna betyder:

P luftens tryck i röret i mm., bestämdt enligt den i ofvan citerade afhandling (pag. 435) omnämda metoden;

T tiden i timmar från pumpningens upphörande till början af en försöksserie;

t antalet minuter mellan två successiva bestämningar af de olika elektriciteterna (eller af samma elektricitet, då blott endera är observerad);

$-E$ glasets elektricitet [1]), uttryckt i cm. af skalan på 169 cm. afstånd från spegeln, då 4 Leclanchés element ge utslaget 1;

$+E$ qvicksilfrets elektricitet i samma enhet;

n antalet försök, hvaraf hvarje tal utgör medium.

Först anföras de tal, som erhållits, då qvicksilfret utan skakning fått jemt flyta från rörets ena ända till den andra. Alla dessa försök angifva således de genom likformig friktion under olika lufttryck uppkommande elektricitetsmängderna. De följande deremot upptaga de maximiutslag, som vid skakning erhållits.

Utan skakning.

P	*T*	*t*	*n*	$-E$	$+E$
760	—	2	18	3,23	—
„	—	2	8	1,52	3,68
„	—	„	12	—	3,6
0,11	—	1	32	6,39	6,33
„	—	„	8	7,85	6,57 [2])
„	—	2	8	7,77	8,05
„	—	„	8	5,48	5,84
„	—	4	6	4,97	6,00
0,0043	1	2	12	4,16	—
0,00095	1	2	3	16,05	—
„	„	„	4	20,15	23,4
„	26	„	5	27,56	—
„	„	„	„	29,56	—
„	„	„	„	29,04	—
„	„	„	„	33,7	—
„	„	„	„	37,0	—
„	„	„	„	39,1	—
„	„	„	„	39,6	—

[1]) Under hela försöksserien gaf glaset oföränderligt negativ elektricitet.

[2]) Mellan hvart och ett af dessa försök fick qvicksilfret flyta en gång fram och tillbaka i röret utom den vanliga rörelsen.

P	*T*	*t*	*n*	—*E*	+*E*
0,00095	28	2	5	57,7	—
0,000018	4	1	3	8,67	7,36
„	„	„	„	10,12	8,52
„	„	„	„	10,54	9,06
„	21	1	3	44,54	48,98
„	„	„	„	48,03	52,22
„	„	„	„	49,59	51,91
„	„	„	„	49,52	52,70
„	„	„	„	49,59	50,95
„	23	1	3	48,60	52,87
„	„	„	„	50,13	53,60
„	„	„	„	50,74	56,11
„	„	2	3	49,39	50,49
„	24	„	„	49,73	49,54
„	28	2	3	61,58	60,51
„	„	„	4	63,33	61,41
„	44	„	1	—	93,42
„	45	„	25	111,67	111,61
„	51	2	5	117,55	100,52
„	„	„	„	134,18	107,88
„	„	„	„	143,21	120,61
„	„	„	„	141,58	118,94
„	„	„	„	144,55	122,94
„	„	„	„	147,76	125,06
„	70	2	3	117,79	108,58
„	„	„	4	132,85	112,36
„	74	2	3	173,42	173,73
[1])	1/2	1	5	7,58	9,24
„	24	2	7	229,7	214,3
„	30	—	—	310,3	262,4.

[1]) Någon exakt bestämning af trycket i denna serie har ej blifvit utförd, det enda som kan angifvas är att *P* varit $<$ 0,000018 mm.

Maximum efter skakning.

P	T	$-E$	$+E$	P	T	$-E$	$+E$
760	—	—	27,0	0,000018	48	200,00	242,43
0,11	—	9,69	9,69	„	91	212,12	206,06
0,00095	—	—	55,9	Mindre[1])	2	158,5	158,5
0,000018	24	65,69	73,53	tryck	22	—	312,8
„	27	66,05	66,97	„	30	416,6	—
„	28	—	89,75	„	„	447,7	—
„	47	196,97	212,12	„	„	495,6	—

Betraktar man hela serien af de anförda talen, visar det sig först och främst, att elektricitetsmängden öfver hufvud taget ökas högst betydligt, då luftens täthet minskas, nämligen från 3,23 vid vanligt lufttryck (om talet 1,52 ej anses pålitligt) till 310,3 vid det lägsta af de använda trycken (< 0,000018 mm.). Vid ett och samma tryck uppträda emellertid äfven högst betydliga differenser, men alla gående i den riktning, att elektricitetens mängd blir allt större, ju längre tid röret varit utpumpadt. Härvid kan man ej antaga, att glaset och qvicksilfret oförändradt bibehålla den laddning de engång erhållit, hvilken sedan genom förnyade gnidningar oupphörligt skulle hafva ökats, d. v. s. att här ej vore fråga om annat än en förbättrad isolering. Ty dels äro utslagen ofta vid början af en ny försöksserie (ett nytt värde på T) betydligt större än vid slutet af den föregående, oaktadt någon friktion under tiden icke förekommit, dels visar det sig att, om qvicksilfret mellan de särskilda försöken urladdas, någon minskning i utslagen ej uppstår. Såväl för att visa detta som för att gifva en föreställning om öfverensstämmelsen mellan de särskilda observationerna, må följande serie anföras, der a utmärker, att qvicksilfret före den ifrågavarande bestämningen blitvit urladdadt (genom platinatråden i röret C). De anförda siffrorna äro de direkt aflästa och trycket 0,000018 mm.

40,4	41,9 *a.*	38,4	40,6 *a.*
40,85	34,4	40,7	43,4
40,1 *a.*	38,5	40,8 *a.*	44,3
40,1 *a.*	40,25	41,5 *a.*	39,6
41,2 *a.*	41,45	38,1 *a.*	41,6 *a.*

Medium: utan afledning 40,2, med afledning 40,66.

---

[1]) Se noten å föregående sida.

De anstälda försöken visa derjemte, att inflytandet af starkare friktion (åstadkommen genom rörets skakning) gör sig gällande lika väl vid de högsta förtunningar som vid vanligt tryck.

På grund af hvad nu blifvit anfördt, torde härigenom få anses bevisadt, att *vid friktion mellan glas och qvicksilfver elektricitetsmängden högst betydligt ökas, då den omgifvande luften förtunnas.*

Utan att nu vilja inlåta mig på någon närmare teoretisk förklaring, har jag för denna gång blott velat framlägga detta, såsom mig synes, högst intressanta factum under förhoppning att framdeles vid undersökningen af andra närstående frågor få härtill återkomma.



Några svafvelhaltiga substitutionsderivat af propionsyran,

af

JOHAN MARTIN LOVÉN.

Till de i teoretiskt hänseende vigtigaste och intressantaste kemiska föreningar höra väl de organiska sulfhydraten. Flera hithörande kroppar hafva emellertid hittills blifvit mindre uppmärksammade, än de torde förtjena; särskildt synes detta vara förhållandet med de mot glykolsyreserien svarande, kvilka kunna sägas vara på en gång syror och merkaptaner.

Genom inverkan af monoklorättiksyra på kaliumsulfhydrat erhöll Carius kalisaltet af en syra "monosulfoglykolsyra", hvars sammansättning skulle vara: $H.O.CO.CH^2.S.H$. I en uppsats "Öfver Tioglykolsyra" (Lunds Univ. Årsskrift Tom. XIII) visar emellertid Claësson, att den syra, Carius beskrifvit, icke varit ren tioglykolsyra, och att den verkliga tioglykolsyran med lätthet utbyter det vid svafvel bundna vätet mot metall, hvilket ej varit händelsen med Carius' monosulfoglykolsyra.

Öfver det närmast högre ledet i serien, tiomjölksyran, $H.O.CO.C^2H^4.S.H$, hafva Schacht och Böttinger lemnat uppgifter, hvilka jag nu i korthet skall referera. Schacht *) förfor på följande sätt. Destillatet från en blandning af mjölksyrad kalk och fosforpentaklorid sönderdelades med vatten, den sålunda erhållna blandningen af α-klorpropionsyra, fosforsyra och klorvätesyra neutraliserades med kolsyradt natron, försattes med kaliumsulfhydrat, koncentrerades genom afdunstning och upphettades 4—5 timmar vid något öfver 100° C. Massan löstes derpå i vatten mättades med saltsyra, hvarpå, sedan vätesvafla utdrifvits genom upphettning, fäldes med en svagt ammoniakalisk lösning af blyacetat. Fällningen sönderdelades med vätesvafla, filtratet från svafvelbly befriades från klorväte

*) Ann. der Chemie und Pharm. 129 s. 1.

genom omvexlande afdunstning och tillsats af vatten, neutraliserades med kolsyrad baryt *i värme*, hvarefter filtratet från den "fosforsyrade baryten" fäldes å nyo med ammoniakaliskt blyacetat, och slutligen den fria syran erhölls genom blysaltets sönderdelning med vätesvafla och afdunstning.

Den på ofvannämda sätt erhållna "monosulfomjölksyran" kristalliserade i breda nålar, smältande under 100° C. och lösliga i vatten, alkohol och eter. Kaliumsaltet bildade deliqvescenta blad, bariumsaltet i vatten lättlösliga, i alkohol olösliga blomkålslika massor, bly- och silfversaltet, olösliga amorfa fällningar. Analyser meddelas å barium- och silfversaltet, hvilkas sammansättning skulle vara resp. $Ba(O.CO.C^2H^4.S.H)^2$ och $Ag.O.CO.C^2H^4.S.H$ (enl. nu vanliga skrifsättet). Af reaktioner anföres endast, att syran vid oxidation med "blott så mycket salpetersyra, att denna sönderfaller i qväfoxid, syre och vatten", och derpå följande mättning med bariumkarbonat lemnar ett salt med "alldeles samma egenskaper som den af Buckton och Hofmann framstälda och beskrifna sulfopropionsyrade baryten".

Vid försök att ur den saltmassa, hvari tiosyran bildats, isolera denna genom tillsats af svafvelsyra och extraktion med eter erhöll Schacht efter eterlösningens afdunstning en okristalliserbar, i vatten, alkohol och eter lätt löslig syra. Kalisaltet var svårt kristalliserande, hygroskopiskt, barytsaltet amorft, båda erhållna genom "*neutralisering*" med motsvarande karbonat. Af en å hvartdera af dessa salter utförd *svafvel*bestämning sluter Schacht, att de äro *sura* salter af "monosulfodilactinsyra" nämligen (enl. nyare skrifsätt) $KH(O.CO.C^2H^4)^2S$ och $BaH^2(O.CO.C^2H^2)^4S^2$. Slutligen nämner Schacht, att monosulfodilactinsyra, behandlad med salpetersyra, "hvarvid man förfar alldeles som vid oxidation af monosulfomjölksyra", upptager 3 (?) atomer syre under bildande af en syra, hvars barytsalt, ett amorft pulver, har sammansättningen $Ba(OCOC^2H^4)^2O^2.SO$(!).

Vid sina undersökningar af pyrodrufsyran kom Böttinger (Berichte der Deutsch. Chem. Ges. 9, s. 404, 802, Ann. der Chemie u. Pharm. 188 s. 320) att underkasta dennas silfversalt inverkan af vätesvafla. Han iakttog dervid, att jemte ättiksyra uppkom en i kallt vatten svårt, i hett lätt löslig, i nålar kristalliserande syra, för hvilken han på grund af analys uppstälde formeln $C^3H^6SO^2$, och som han kallade svafvelmjölksyra $H.O.CO.CH.SH.CH^3$. Såsom karakteristiskt för syran anmärkes, att den i utspädd svafvelsyra löses svårare än i vatten, smälter vid 141°, men att de ringaste föroreningar betydligt nedsätta smältpunkten. Vidare, att den fria syran fälles af mercuronitrat, men ej med blyacetat eller qvicksilfverklorid förr än efter neutralisering med ammoniak. "Der

Mercaptancharakter der Substanz gelangt demnach erst nach dem Abstumpfen der sauren Eigenschaften zum Ausdruck." Vid oxidation med kromsyra erhöll Böttinger svafvelsyra, ättiksyra och kolsyra.

Då Böttinger med anledning af detta resultat lät vätesvafla inverka på fri pyrodrufsyra, uppstod en hvit fällning, hvars mängd så tilltog, att slutligen vätskan stelnade till en fast massa. Tvättad med eter och torkad i exsiccator på porösa lerplattor visade denna sammansättningen $C^6H^8SO^5 = C^3H^4O^3 + C^3H^4SO^2$, således enligt Böttinger en förening af en molukul pyrodrufsyra med en molukul af samma syra, i hvilken en atom syre ersatts af svafvel. Kroppen är ytterst lätt löslig i vatten, men kan ej oförändrad erhållas ur lösningen. *Vid uppvärmning med concentrerad jodvätesyra uppstår under frigörande af jod "svafvelmjölksyra".*

År 1878 *) offentliggjorde Böttinger sina fortsatta undersökningar öfver svafvelmjölksyran. Såsom han sjelf anmärker, var han vid sitt förra meddelande okunnig om Schachts uppsats i ämnet. För att öfvertyga sig om sin svafvelmjölksyras identitet med Schachts monosulfomjölksyra, försökte han kaliumsulfhydrats inverkan på α-klorpropionsyreeter. En vigtsdel klorpropionsyreeter upphettades jemte två vigtsdelar kaliumsulfhydrat med uppåtvändt kylrör under två dagars tid; ur den med klorvätesyra neutraliserade lösningen fäldes med blyacetat under tillsats af ammoniak ett blysalt, hvilket uppslammades i vatten och sönderdelades med svafvelväte. Filtratet skakades med eter, och den deraf utdragna syreblandningen renades genom förnyadt öfverförande i blysalt och dettas sönderdelning med vätesvafla. Den sålunda erhållna, genom afdunstning koncentrerade lösningen afsatte efter flera dagars stående en kristallmassa, som tvättades med litet kallt vatten och omkristalliserades. Så väl smältpunktsbestämning som analys af denna kropp gaf resultat, som öfverensstämde med de för svafvelmjölksyra erhållna. Tillika meddelar Böttinger en kort beskrifning på några af svafvelmjölksyrans salter. Kalisaltet, framstäldt af den på det ena så väl som det andra sättet erhållna syran var visserligen hygroskopiskt, men kunde dock erhållas i väl utbildade kristaller af sammansättningen $C^3H^5KSO^2 + Aq$. Bariumsaltet var i vatten lätt lösligt, svårt att erhålla kristalliseradt.

Efter svafvelmjölksyrans utkristallisering återstod en okristalliserbar, tjockflytande, starkt sur moderlut. Denna, som enligt Böttinger utgjorde hufvudprodukten af kaliumsulfhydrats reaktion på α-klorpropionsyreeter, öfverfördes i ba-

*) Ann. der Chem. u. Pharm. 196 s. 103.

rytsalt. Detta afskilde sig vid lösningens afdunstning i skorpor, som föga löstes i hett vatten, men fullständigt(?) ehuru långsamt i kallt. Genom öfverförande i kalisalt aflägsnades(?) inblandad svafvelmjölksyra. Af den sålunda renade syran framstäldes å nyo barytsaltet, för hvilket Böttinger på grund af en svafvel- och en bariumbestämning uppställer formeln $BaC^6H^8SO^4$; således skulle saltet vara "svafveldimjölksyrad baryt". Angående svafveldimjölksyran anmärker Böttinger vidare, att dess bly eller silfversalt med vätesvafla ger svafvelmjölksyra.

Slutligen uppgifver Böttinger *), att vätesvafla inledd i en lösning af ett alkalisalt af pyrodrufsyra ger svafveldimjölksyradt salt. Enligt mitt förmenade har Böttinger dock på det anförda stället blifvit skyldig det stränga beviset för identiteten af den på sistnämda sätt erhållna syran med den af α-klorpropionsyra uppkomna — såvida man ej som sådant vill anse den nästan totala bristen på karakteristiska egenskaper hos bådadera.

Af det anförda synes otvifvelaktigt, att Schachts monosulfomjölksyra var samma substans som Böttingers svafvelmjölksyra ehuru i något oren form. Deremot torde efter Claëssons undersökning af tioglykolsyran med fog kunna i fråga sättas, huruvida det verkligen varit tiomjölksyra $H.O.CO.C^2H^4.S.H$, som Schacht och Böttinger haft för händer — såvida man nämligen anser någon vigt böra fästas vid Schachts analys af silfversaltet, hvilken synes hafva varit den enda grunden för hans antagande af syrans enbasicitet. Frågan om syrans mättningskapicitet har Böttinger berört endast i sin ofvan citerade anmärkning, ty någon analys af ett salt med en af de med vätesvafla fällbara metallerna meddelar han ej. Men till och med frånsedt denna ganska vigtiga fråga torde en närmare undersökning af tiomjölksyran icke sakna sitt intresse, så mycket mer som man à priori kan förutse existensen af två isomera former af densamma. Det var en dylik undersökning, som jag ursprungligen haft för afsigt att företaga; dels på grund af sakens egen natur, dels ock för att kunna granska mina föregångares arbeten, har jag emellertid nödgats utsträcka mina undersökningar till några andra syror, som med tiomjölksyran stå i ett nära genetiskt sammanhang.

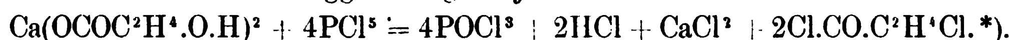
*) Berichte der Deutsch. Chem. Ges. 12 s. 1425.

I. α-derivat af propionsyran (innehållande etyliden $CH^3.CH$).

Öfver α-klorpropionsyras inverkan på kaliumsulfhydrat.

Då kaliumsulfhydrat med etyl- så väl som kalium-monokloracetat ger hufvudsakligen tiodiglykolat, såsom Wislecenus (Ann. der Chem. u. Pharm. 124 s. 43) och Claësson (l. c.) uppgifva, var all anledning att vänta, att motsvarande α-klorpropionat skulle förhålla sig analogt, något som jag, i förbigående sagdt äfven funnit bekräftadt. Jag har således för framställningen af tiomjölksyra följt en metod, motsvarande den Claësson i sin ofvan citerade afhandling följt för framställning af tioglykolsyra, nämligen att till en koncentrerad lösning af kaliumsulfhydrat sätta den monoklorsubstituerade syran. Då α-klorpropionsyrans framställning befunnits förenad med större svårigheter, än jag väntat, må här några ord nämnas om det sätt, på hvilket jag funnit lämpligast att gå tillväga.

I en vanlig bägarkolf af 1/4 liters rymd bringar man skyndsamt 10 gram vattenfri mjölksyrad kalk och 40 gram fosforpentaklorid, blandar genom omskakning innehållet i kolfven och sätter medelst en kork och ett böjdt glasrör denna genast derefter i förbindelse med ett kylrör. Fosforpentaklorid och calciumlaktat inverka på hvarandra strax vid sitt sammanträffande under stark värmeutveckling, i det klorväte bortgår, och fosforoxiklorid samt α-klorpropionylklorid öfverdestillera. Då den första häftiga reaktionen är öfver, uppvärmer man lindrigt i svafvelsyrebad, så länge någon vätska öfverdestillerar. Opererar man med behörig försigtighet, erhåller man i kolfven en nästan rent hvit återstod af klorcalcium. Reaktionen försiggår enligt följande formel:



$$Ca(OCOC^2H^4.O.H)^2 + 4PCl^5 = 4POCl^3 + 2HCl + CaCl^2 + 2Cl.CO.C^2H^4Cl. \text{*)}$$

Den direkt erhållna kloridblandningen försättes under afkylning med vatten i små portioner, *med undvikande af öfverskott, utöfver hvad som åtgår för sönderdelningen*, så att så mycket som möjligt af klorvätet bortgår. Derefter destilleras, hvarvid i början klorväte i mängd utvecklas. Har man tillsatt för

*) Då jag försökte använda en mindre mängd klorfosfor, t. ex., såsom i flera läroböcker föreskrifves, calciumlaktatets dubbla vigt, erhöll jag ett mycket dåligt utbyte. Med anledning häraf försökte jag fosforoxiklorids inverkan på calciumlaktat. I köld syntes ingen inverkan försiggå, i värme utvecklades klorväte, och en seg massa bildades, som vid starkare hetta förkolades och afgaf vidbrända produkter, men föga eller ingen laktylklorid. Det är sålunda högst antagligt, att fosforoxiklorid reagerar på den alkoholiska sidan af laktatet under utbyte af hydroxylvätet mot fosforyl, något som torde förtjena närmare undersökning. — Vid försök att låta fri mjölksyra inverka på fosforpentaklorid erhöll jag likaledes ett ringa utbyte laktylklorid, i det, äfven om fosforpentakloriden användts i öfverskott, en betydlig qvantitet af en odestillerbar vätska erhölls som återstod i retorten.

litet vatten, delar vätskan sig i tvänne lager, af hvilka det öfre utgöres af klorider, har man åter användt för mycket, råkar vätskan vid upphettningen i så häftigt stötande, att destillationen blir nästan omöjlig. Destillatet rektificeras, hvarvid temperaturen i början håller sig vid omkring 110°, under det hufvudsakligen klorvätesyra öfvergår; från och med 120° stiger qvicksilfverpelaren raskt till 186°, vid hvilken värmegrad α-klorpropionsyran destillerar. På detta sätt kan man genom visserligen ganska tidsödande operationer erhålla omkr. 60 à 70 procent af det teoretiska utbytet. Försöker man förarbeta större qvantiteter på en gång, blir utbytet sämre; så t. ex. har jag vid användande af 100 gram calciumlaktat erhållit omkr. 10 gram α-klorpropionsyra. (Jfr näst föreg. not).

Till en koncentrerad vattenlösning af 2 molekuler kaliumsulfhydrat sättes droppvis (med en skiljetratt) 1 mol. α-klorpropionsyra. Vätskan upphettar sig starkt, vätesvafla bortgår, och då den beräknade mängden klorpropionsyra är tillsatt, visar lösningen neutral reaktion. Var vätskan tillräckligt koncentrerad afskiljer sig en god del klorkalium och filtreras efter afsvalning från den på grund af en ringa jernhalt vanligen blekt rosenröda lösningen (se nedanför), som jemte klorkalium innehåller kaliumtiolaktat och tiodilaktat, utan tvifvel uppkomna enligt reaktionsformlerna:



$$2KSH + H.O.CO.C^2H^4.Cl = K.O.CO.C^2H^4.S.H + KCl + H^2S$$



$$K.O.CO.C^2H^4.S.H + KSH = K.O.CO.C^2H^4.S.K + H^2S$$



$$K.O.CO.C^2H^4.S.K + K.O.CO.C^2H^4Cl = (K.O.CO.C^2H^4)^2S + KCl$$

(Jfr Claësson "Öfver Tioglykolsyra"). På grund af försök, som jag anstält, synas, då man går till väga på ofvan föreskrifna sätt, omkr. 20 procent af klorpropionsyran öfvergå i tiodilaktylsyra.

Sätter man till den erhållna lösningen klorbarium i tillräcklig mängd och kokar en längre tid, så utfaller ett tungt kristalliniskt pulver af bariumtiodilaktat, under det tiomjölksyran stannar i lösningen. Ur denna kan den isoleras genom tillsats af svafvelsyra samt extraktion med eter och återstår efter eterlösningens afdunstning. Man kan äfven till den ursprungliga saltlösningen sätta svafvelsyra och med eter utdraga tiomjölksyra och tiodilaktylsyra, hvilka man derefter skiljer genom neutralisering med barythydrat och lösningens kokning, då tiodilaktylsyrad baryt utfaller, under det bariumtiolaktat stannar löst.

Tiodilaktylsyran skulle enligt anförda reaktionsformler vara en sekundär produkt af redan bildad tiomjölksyra. I sjelfva verket har jag genom följande försök fått en direkt verifikation på den sist anförda reaktionsformeln. Till en koncentrerad lösning af tiomjölksyra (beredd af kristalliserad ditiodilaktylsyra,

som jag åter framstält af pyrodrufsyra) sattes dubbla mängden af till neutralisation erforderligt kalihydrat och derpå en koncentrerad lösning af en eqvivalent mängd monoklorpropionsyradt kali, erhållet genom att i köld mätta vattenhaltig α-klorpropionsyra med kaliumbikarbonat. Massan digererades en kort stund på vattenbad, försattes med vatten till fullständig lösning af utfallet klorkalium och neutraliserades med ättiksyra, hvarpå vid tillsats af klorbarium i kokhetta en riklig mängd bariumtiodilaktat afskildes, hvars identitet ådagalades genom framställning af den fria tiodilaktylsyran.

Etylidentiomjölksyra, α-merkaptopropionsyra $H.O.CO.CH(SH)CH^3$.

Denna syra, hvars framställning ofvan blifvit anförd*), bildar i rent tillstånd en färglös, något oljartad vätska, som i alla förhållanden blandas med vatten, alkohol och eter. Syran har en svag ehuru mycket oangenäm, länge vidhäftande lukt, erinrande på en gång om smörsyra och merkaptan; den genomträngande lukt, som märkes hos den med eter extraherade syran, härrör af en ringa mängd tiomjölksyreeter. Under vanligt lufttryck kokar syran vid omkr. 200° med partiell sönderdelning; i vacuum låter den nästan fullständigt destillera sig mellan 100° och 150° och kan sålunda befrias så väl från icke flygtiga inblandningar som från vatten, eter och etyltiolaktat.

Några reaktioner må här anföras. Sätter man till en lösning af tiomjölksyra, som icke innehåller någon starkare syra i fritt tillstånd, en lösning af jernklorid, så uppstår en indigoblå, hastigt åter försvinnande färgning. Öfvermättar man nu lösningen med ett alkali och lemnar luften tillträde, så antager vätskan, så framt man ej tillsatt för mycket jernklorid, en intensivt purpurröd färg. Färgningen står i sammanhang med en oxidationsprocess och fortplantar sig sålunda uppifrån och nedåt; äfven befordras den, om man leder luft genom vätskan. Med ett kopparoxidsalt (ej klorid) ger tiomjölksyran eller ett alkalisalt deraf, såvida kopparsaltet användes i öfverskott, en djupt violett färgning (icke fällning), hvilken försvinner med öfverskott af tiomjölksyra, äfvensom vid tillsats af klorvätesyra, hvilken sistnämda derföre genom sin närvaro förhindrar reaktionen. Med koboltacetat (eller ett annat koboltsalt och ättiksyradt natron) ger tiomjölksyran i beröring med luften en mörkbrun, i mycket utspädt tillstånd gulbrun lösning, likgiltigt huruvida koboltsalt eller tiosyra är närvarande i öfverskott. Närvaro af zinksalter förhindrar reaktionen med jern och kobolt-

*) Ett annat uppkomstsätt skall jag längre fram omtala.

salt, men ej med kopparsalt, en omständighet, som antagligen beror derpå, att zinkens frändskap till svafvel är större än jernets och koboltens, men mindre än kopparns.

Med lindriga oxidationsmedel såsom jernklorid eller jod vid närvaro af vatten ger tiomjölksyran ditiodilaktylsyra $(HOCOC^2H^4)^2S^2$, som tydligen förhåller sig till den förstnämda som en bisulfid till ett sulfhydrat. Samma oxidation erfar syran ehuru långsamt af luftens syre, särdeles i alkalisk lösning vid närvaro af ett spår jern- eller kopparsalt. Äfven kromsyra och utspädd salpetersyra ge vid försigtig inverkan samma produkt; dock går oxidationen lätt vidare. Med vanlig salpetersyra (1,3—1,4 eg. v.) kan syran vid låg temperatur blandas, utan att någon inverkan sker, men vid ganska obetydlig uppvärmning färgas vätskan blodröd (hvilket skall inträffa regelbundet vid salpetersyras inverkan på organiska sulfhydrat), hvarefter omedelbart en explosionsartad reaktion inträder.

Till baser förhåller sig tiomjölksyran olika allt efter metallens frändskap till svafvel. Med de icke med vätesvafla ur sur lösning fällbara metallerna erhållas normala salter af sammansättningen $R.O.CO.C^2H^4.S.H$, hvilka alla synas vara amorfa, lättlösliga och sålunda svåra att få rena. Med de med vätesvafla ur sur lösning fällbara erhållas väl karakteriserade föreningar af formeln $H.O.CO.C^2H^4.S.R$, hvilka förhålla sig som syror och sålunda med de starkare baserna gifva salter af formeln $R.O.CO.C^2H^4.S.R'$.

Tiomjölksyrad baryt: $Ba(OCOC^2H^4SH)^2$.

Erhålles vid syrans neutralisering med barythydrat. Saltet är okristalliserbart, mycket lätt lösligt i vatten, olösligt i alkohol, hvaraf det fälles ur vattenlösningen. Vid upphettning af en starkt koncentrerad lösning afskiljes det delvis i hartsartade flockor, som lätt baka samman till etter torkning spröda ogenomskinliga stycken.

Analys: 0,379 gram vid 130° torkadt salt lemnade 0,240 gram $BaSO^4$ motsvarande 0,141 gr. Ba eller i procent:

Ba beräknadt = 39,48, funnet = 37,23.

Ett basiskt bariumsalt analogt med tioglykolsyrans har jag ej kunnat erhålla.

Qvicksilfvertiomjölksyra $(HOCOC^2H^4S)^2Hg$.

Detta kanske bäst karakteriserade af tiomjölksyrans derivat kan erhållas på flera sätt. Enklast torde vara att till en varm, ej för koncentrerad vattenlösning af tiomjölksyra sätta fäld qvicksilfveroxid i små portioner med undvikande af

öfverskott. Vid afsvalning af filtratet utkristalliserar qvicksilfverföreningen. Samma kropp erhålles som en kristallinisk fällning genom att sätta tiomjölksyra till en lösning af salpetersyrad qvicksilfveroxid eller genom att lösa gul qvicksilfveroxid i tiomjölksyradt kali*) och derpå tillsätta salpetersyra.

Qvicksilfvertiomjölksyran är föga löslig i kallt vatten, men löses af kokande i snart sagdt alla förhållanden. Vid afsvalning af en ej för koncentrerad ren vattenlösning kristalliserar den i små, färglösa, glänsande, snedvinkliga taflor, ur en mera koncentrerad afskiljer sig en del som en tung, slutligen kristalliniskt stelnande olja. I vatten innehållande något tiomjölksyra löses syran lättare och afskiljer sig ur en dylik lösning i ogenomskinliga klotformiga gyttringar. I alkohol är den temligen lätt löslig.

I torrt tillstånd och skyddad för ljuset är syran ganska beständig och kan upphettas temligen starkt utan sönderdelning, men utsatt för dagsljuset svärtas den, särdeles i fuktigt tillstånd, ganska snart. Äfven vid långvarig kokning af vattenlösningen lider denna en ringa sönderdelning, under afskiljande af en svart grumling. Syran angripes ej i köld af utspädda syresyror, men sönderdelas af klorvätesyra och vätesvafla under frigörande af tiomjölksyra. Med jod ger den qvicksilfverjodid och ditiodilaktylsyra.

Qvicksilfvertiomjölksyran reagerar surt och utdrifver kolsyra ur karbonat. Hvarken med jern-, koppar- eller koboltsalt ger den fria syran eller dess salter några färgreaktioner.

Analyser:

1) 0,6607 gr. lemnade vid förbränning med blykromat och metallisk koppar 0,4259 gr. CO^2 och 0,1520 gr. H^2O motsvarande 0,1162 gr. C och 0,0169 gr. H.

2) 0,4110 gr. förbrändes med undersalpetersyra enl. Claëssons metod för svafvelbestämning (Öfvers. af Vet. Akad. förhandl. 1880). Svafvelsyrad qvicksilfveroxid, som till större delen blef qvar i skeppet, bildades och sköljdes efter förbränningens slut ur röret med utspädd salpetersyra. Lösningen afdunstades öfver vattenbad till torrhet, återstoden löstes i klorvätesyrehaltigt vatten, svafvelsyra fäldes med klorbarium, och derpå ur filtratet qvicksilfver med vätesvafla. Ofvannämda qvantitet gaf 0,4645 gr. $BaSO^4$ och 0,2315 gr. HgS motsvarande 0,0638 gr. S och 0,1996 gr. Hg.

---

*) Man kan använda den direkt af klorpropionsyra och kaliumsulfhydrat erhållna lösningen.

I procent:

		beräknadt	funnet I	funnet II
Hg	200	48,78		48,56
C^6	72	17,56	17,57	
H^{10}	10	2,44	2,56	
O^4	64	15,61		
S^2	64	15,61		15,52
	410	100,00.		

Salter af qvicksilfvertiomjölksyra.

Kaliumsaltet $(KOCOC^2H^4S)^2Hg + xAq$ erhålles genom att lösa täld qvicksilfveroxid i kaliumtiolaktat eller bäst genom mättning af kaliumkarbonat med den fria syran och afdunstning i vacuum. Saltet, som är ytterst lätt lösligt i vatten och visar stor benägenhet att efflorescera, kristalliserar i fina hopfiltade nålar eller fjäll. I fuktigt tillstånd så väl som i lösning är det ytterst obeständigt och svärtas i dagsljuset eller vid uppvärmning; torrt kan det upphettas öfver 130° utan att sönderdelas.

Analys: 0,562 gram pressadt mellan filtrerpapper och torkadt, i början i lindrig värme, slutligen vid 130° lemnade vid afrykning med svafvelsyra 0,199 gr. K^2SO^4 motsv. 0,0893 gr. K eller i procent:

K beräknadt 16,09 funnet 15,90.

Bariumsaltet $Ba(OCOC^2H^4S)^2Hg + 2^1/_2Aq$ erhålles genom att lösa den fria syran i barytvatten. Ur lösningen afsätter det sig i små hårda klara prismer, som äro temligen svårlösliga i vatten. Så väl i fast form som löst är det beständigare än kalisaltet.

Analyser: 0,3534 gr. förlorade vid upphettning till 130° 0,0284 gr. 0,5955 gr. löstes i vatten försattes med klorvätesyra och fäldes med vätesvafla. Ur filtratet från svafvelqvicksilfret fäldes baryten med svafvelsyra. Härvid erhöllos 0,2345 gr. HgS och 0,2338 gr. $BaSO^4$ motsv. 0,2022 gr. Hg och 0,1375 gr. Ba.

I procent:

		beräknadt	funnet
Ba	137	23,22	23,08
Hg	200	33,90	33,94
C^6	72	12,20	
H^8	8	1,36	

	beräknadt:		funnet:
S^2	64	10,85	
O^4	64	10,85	
$2^1/_2$Aq	45	7,63	8,04
	590	100,01.	

Silfvertiomjölksyra $H.O.CO.C^2H^4.S.Ag.$

Sätter man silfvernitrat till en lösning af tiomjölksyra, utfaller en ljusgul, mjuk, klibbig massa, som vid tvättning med varmt vatten hårdnar och blir spröd. Denna kropp, silfvertiomjölksyra, är alldeles olöslig i vatten och utspädd salpetersyra; klorvätesyra ger ej den ringaste grumling i den från fällningen afhälda lösningen. Så väl i kaustika som i kolsyrade alkalier löses syran lätt under bildande af gula, lätt lösliga, okristalliserbara salter. Ättiksyra och salpetersyra afskilja syran ur deras lösningar.

Analys: 0,426 gr. lemnade 0,216 gr. eller i procent 50,70 = det beräknade.

Vismuttiomjölksyra $(HOCOC^2H^4)^3S^3.Bi.$

Denna kropp liknar ganska mycket silfverföreningen. Vid tillsats af tiomjölksyra till en ej för sur lösning af vismutnitrat utfaller vismuttiomjölksyran som en gul halfflytande massa, som efter torkning bildar glasartade genomskinliga stycken af mörkgul färg. Syran är löslig med gul färg ej blott i alkalier utan äfven i tiomjölksyra, vismutnitrat och varm utspädd salpetersyra, ur hvilken sistnämda lösning den vid afsvalning åter utfaller. I beröring med rent vatten blir den ogenomskinlig och sväller derpå ut till ett ljusgult flockigt pulver, som ej fullt klart löses i alkalier. Den genomskinliga syran synes innehålla något fri tiomjölksyra inblandad, såsom äfven analyserna utvisa genom för hög svafvel- och för låg vismuthalt.

Analyser: 0,1814 gram lemnade 0,1772 gr. $BaSO^4$ motsv. 0,043 gr. S.

1,6310 gr. nyss beredd halfflytande syra gaf vid afrykning med salpetersyra, glödgning och derpå följande smältning med cyankalium 0,6184 gr. Bi.

Således erhöllos i procent:	S	enl. ber. 13,13	enl. anal.	13,41
	Bi	„ 39,77	„	37,92.

Platotiomjölksyra $(HOCOC^2H^4S)^2Pt.$

En lösning af platinaklorid färgas af tiomjölksyra mörkbrun och afsätter vid upphettning ett gulgrönt amorft pulver af platotiomjölksyra, i det hälften af

tiomjölksyran öfverföres i ditiodilaktylsyra: $PtCl^4 + 4HO.CO.C^2H^4SH = 4HCl + (HO.CO.C^2H^4S)^2Pt + (HO.CO.C^2H^4)^2S^2$. Platinaföreningen är olöslig i vatten och utspädda syror, men löses i kaustika och kolsyrade alkalier.

Analys: 0,1094 gr. lemnade 0,0534 gr. Pt eller i procent:

Pt beräknadt 48,40 funnet 48,81.

Koppar-(cuproso-)tiomjölksyra.

Såsom förut är anmärkt, ger tiomjölksyra eller dess kalisalt med kopparoxidsalt, utan att någon fällning uppstår, en djupt violett färgning, som med öfverskott af tiosyra försvinner. Uppvärmer man den sålunda erhållna gula lösningen, helst efter tillsats af något ättiksyra, så utfaller ett gult af mikroskopiska nålar bestående pulver. Sätter man kopparsaltet till en någorlunda koncentrerad lösning af fri tiomjölksyra, erhålles en dylik fällning genast, men är då amorf. Den uppstår i enligt med formeln: $2Cu.O^2.SO^7 + 4K.O.CO.C^2H^4.S.H = (HO.CO.C^2H^4S)^2Cu^2 + (HO.CO.C^2H^4)^2S^2 + 2K^2O^2SO^2$.

I fuktigt tillstånd särdeles af vidhängande moderlut mörknar fällningen hastigt i luften, och är derföre svår att få i analyserbar form. I vatten och utspädda syresyror är den nästan olöslig, af klorvätesyra sönderdelas den i tiomjölksyra och kopparklorur. Detta är orsaken dertill, att en af klorväte sur kopparlösning med tiomjölksyra hvarken ger någon fällning af cuprosotiomjölksyra eller ofvan nämda violetta färgning, hvilken synes härröra från ett kopparoxidsalt af cuprosotiomjölksyra, då den uppkommer, så väl då denna oxiderar sig i luften, som då den kommer i beröring med kopparacetat. Kopparklorid verkar på tiomjölksyra under bildning af ditiodilaktylsyra, kopparklorur och klorväte.

I alkalier, kaustika så väl som kolsyrade, löses syran lätt till gula lösningar, ur hvilka ättiksyra fäller den åter. På grund af salternas obeständighet har jag ej lyckats erhålla något af dem i fast form.

En portion något förändrad substans gaf vid analys 3,53 procent för låg kopparhalt (beräknadt 37,65 funnet 34,12).

Blytiomjölksyrad blyoxid $Pb\genfrac{}{}{0pt}{}{O.CO}{S.C^2H^4}$?

Ättiksyrad blyoxid ger med tiomjölksyra eller dess kalisalt en i början gulhvit jodsilfverlik fällning, som vid uppvärmning med lösningen blir tung och kornig samt antar en gråhvit färg. Denna fällning synes hufvudsakligen bestå-

af ofvan nämda förening ehuru blandad med någon blyfattigare kropp, då den funna blyhalten är omkring 2 procent mindre än den beräknade. Fällningen är nästan olöslig i vatten och ättiksyra, löslig i utspädd salpetersyra; ur denna lösning faller vid upphettning svafvelsyrad blyoxid under qväfoxidutveckling.

Analyser: 1) 0,2800 gr. lemnade 0,2664 gr. $PbSO^4$ motsv. 0,1820 gr. Pb.
2) 0,4716 gr. af annan beredning lemnade 0,4456 gr. $PbSO^4$ motsv. 0,2045 gr. Pb.

I procent:

	Funnet	Beräknadt
Pb	enl. 1) 64,10 enl. 2) 64.56	enl. formeln 66,56.

Etyltiolaktat $C^2H^5.O.CO.C^2H^4.S.H.$

Uppvärmer man lindrigt en med några droppar svafvelsyra försatt lösning af tiomjölksyra i absolut alkohol, så delar vätskan sig inom kort i tvenne lager, af hvilka det öfre, som utgöres af tiomjölksyreeter, tvättas med vatten och torkas med klorcalcium. Den bildar en lätt rörlig i vatten föga löslig olja af högst intensiv, vidrig och länge qvarsittande lukt. Eg. v. 1,05. Mellan 150° och 160° kokar den med delvis sönderdelning. Så som man både a priori och af tiomjölksyrans nu funna förhållande kunde ha anledning att vänta, visar den fullständigt egenskaperna af en merkaptan och ger med salter af koppargruppens metaller fällningar, som kunna anses som på en gång merkaptider och eterarter af tiomjölksyrans metallderivat.

Etylqvicksilfvertiolaktat $(C^2H^5.O.CO.C^2H^4)^2S^2Hg$ erhålles såsom en tjock olja så väl vid inverkan af qvicksilfveroxid som qvicksilfvercyanidlösning.

Kopparföreningen $(C^2H^5.O.CO.C^2H^4.S)^2Cu^2$ är mera karakteristisk. Vid skakning af etern med en lösning af kopparsulfat eller acetat erhålles en gul halfflytande massa, en blandning af etylcuprosotiolaktat och etylditiodilaktat, hvilken skiljes från den vattenhaltiga lösningen och löses i varm alkohol, hvarur vid afsvalning kopparföreningen utfaller. Den bildar ett gult pulver, som under mikroskopet visar sig bestå af stärkelselika korn, olösligt i vatten, syror och alkalier, föga lösligt i kall alkohol, men ytterst lätt lösligt i varm. I luften är det beständigare än den motsvarande fria syran, dock mörknar det småningom.

Analys: 0,4276 gr. (något förändradt i luften) lemnade efter afdunstning med salpetersyra och den glödgade återstodens upphettning med svafvel i vätgasström 0,1678 gr. Cu^2S motsv. 0,1340 gr. Cu eller i procent:

Cu funnet 31,34 beräknadt enl. formeln 32,38.

Vismut- och Platinaföreningarna bilda halffasta massor af brungul färg.

Silfverföreningen erhålles såsom en gulhvit terpentinartad massa, olöslig i alkalier, löslig i alkohol.

Ditiodilaktylsyra $(H.O.CO.C^2H^4)^2S^2$.

Såsom förut flera gånger är omtaladt, bildas denna syra vid oxidation af tiomjölksyran. Jag iakttog den först såsom produkt af kopparoxidsalters inverkan på densamma. Ur den lösning, hvarur cuprosoföreningen afskiljt sig, fäldes kopparn med vätesvafla, hvarpå efter koncentration försattes med svafvelsyra och extraherades med eter. Efter eterns afdestillation återstod en tjock vätska, som snart stelnade till kristallinisk massa. Denna behandlades med en ringa mängd kallt vatten, då ett hvitt pulver stannade olöst, hvilket kristalliserades ur kokande vatten.

Lättast erhåller man ifrågavarande förening genom inverkan af jod på tiomjölksyra. Till en ej för koncentrerad, något uppvärmd lösning af tiosyran sättes småningom och under omrörning jod, så länge den löses utan att meddela vätskan någon beständig brun färg. Vid afsvalning kristalliserar ditiosyran i derba korniga massor, som tvättas med litet kallt vatten och omkristalliseras ur kokande. Man kan äfven oxidera med jernklorid, men den sålunda erhållna syran är svår att få jernfri.

Särskildt anmärkningsvärd är tiomjölksyrans oxidation af luft vid närvaro af ett ämne, som verkar som öfverförare af syre. Försätter man en lösning af tiosyran eller ett alkalisalt deraf med en ringa mängd af ett jernsalt, öfvermättar med ett alkali och leder luft derigenom, så färgas den först intensivt violettröd, men blir slutligen färglös under afskiljande af jernoxidhydrat. Hastigast sker detta, om vätskan hålles uppvärmd. Genom tillsats af svafvelsyra och extraktion med eter kan man erhålla ditiosyran. På samma sätt som jernsalt ehuru ännu hastigare verkar ett kopparsalt, då den ofvannämda violetta kroppen genast reduceras af tiomjölksyra.

Ditiodilaktylsyran är temligen svårlöslig i kallt vatten, särdeles om detta innehåller svafvelsyra, lätt löslig i kokande och kristalliserar ur denna lösning vid afsvalning. Vissa föroreningar såsom tiomjölksyra och tiodilaktylsyra höja lösligheten och försvåra kristallisationen. Egendomligt är, att syra af olika beredningssätt ofta erhålles i kristaller af helt olika habitus, som bibehålles äfven

vid förnyd omkristallisering. Den syra, som jag först erhöll, kristalliserade i ända till centimeterlånga, spröda, glasglänsande, vid 142° smältande nålar.

Den genom inverkan af jod, således vid fullständig oxidation, erhållna syrans grundform synes vara små korta, sneda prismer eller taflor, som emellertid visa en så afgjord tendens till tvillingbildning, att några väl utbildade kristaller svårligen kunna fås. Vanligen erhåller man vårtformiga aggregat. Denna form är i kallt vatten betydligt lättare löslig än den förstnämda. Vid oxidation med luft i alkalisk lösning har jag erhållit än den ena än den andra formen, stundom begge på en gång, då vid omkristallisering den nålformiga syran först afsätter sig. I början tyckte jag mig finna, att den lättare lösliga formen hade lägre ehuru ej konstant smältpunkt; detta befanns emellertid bero derpå, att kristallerna på grund af den upprepade tvillingbildningen inneslöto något moderlut. I fullkomligt torrt tillstånd har den samma smältpunkt som den i nålar kristalliserande. Huruvida här någon fysikalisk isomeri föreligger, derom tilltror jag mig ännu ej bestämdt uttala mig, dock har jag observerat följande.

Genom mättning af kornigt kristalliniska syran med kaliumkarbonat och lösningens afdunstning, i början i värme och derefter frivilligt, erhållas väl utbildade kristaller af det nedan beskrifna kalisaltet. Då jag löst *en enda* sådan kristall åt gången i en ringa mängd kallt vatten och tillsatt klorvätesyra, har jag städse fått en fällning af den i nålar kristalliserande syran, som vid förnyad lösning och omkristallisering blifvit oförändrad. Om jag deremot tillsammans löst af flera kristaller på detta sätt erhållen syra, har jag otta till större eller mindre del, stundom uteslutande fått den korniga otydligt kristalliserande formen

Att döma häraf tyckes en analogi ega rum med drufsyrans uppdelning i höger och venstervinsyra; dock har jag ej lyckats finna någon olikhet mellan kalisaltets kristaller, lika litet som jag kunnat påvisa någon optisk aktivitet hos de ringa mängder af den väl kristalliserande syran, hvilka stått mig till buds. Jag har emellertid för afsigt att framdeles närmare studera dessa förhållanden.

Af det anförda torde tillräckligt framgå, att Böttingers svafvelmjölksyra så väl som Schachts monosulfomjölksyra varit ingenting annat än mer eller mindre ren ditiodilaktylsyra. Då en molekul tiomjölksyra skiljer sig till sin sammansättning från en half molekul ditiodilaktylsyra endast genom ett plus af en atom väte, inses lätt svårigheten att *endast genom analys* afgöra, hvilkendera syran som föreligger. På hvad sätt ditiodilaktylsyran kan uppkomma vid försök att framställa tiomjölksyra af α-klorpropionsyra, torde ej vara svårt att inse. Dels kan den härröra från kaliumbisulfid, som alltid finnes inblandad i kaliumsulthy-

dratet, såvida ej särskilda försigtighetsmått för luftens utestängande vidtagits, dels kan redan bildad tiomjölksyra oxideras så väl under den långa upphettningen af saltlösningen som vid den omständliga reningsprocessen och kristallisationen. Öfver vätesvaflas inverkan på pyrodrufsyra skall jag längre fram yttra mig.

Det behöfver väl ej nämnas, att man för afgörande af en förut obekant kropps konstitution ej får underlåta att taga vederbörlig hänsyn till dess kemiska karakter. Härutinnan torde väl ej kunna förnekas, att Schacht och Böttinger dels gått allt för knapphändigt tillväga, dels låtit sig ledas af förutfattade meningar.

Liksom man genom oxidationsmedel kan ur tvenne molekuler tiomjölksyra aflägsna de två vid svaflet bundna väteatomerna och sålunda erhålla motsvarande bisulfid, ditiodilaktylsyra, kan denna omvändt upptaga väte in statu nascenti och öfvergå i den förstnämda. Detta lyckas så väl i alkalisk lösning med natriumamalgam som med zink och en syra. Bästa sättet att erhålla tiomjölksyra i rent tillstånd, fri från tiodilaktylsyra, torde derföre vara att låta zink och klorvätesyra *) inverka på ditiosyran. Genast vid gasutvecklingens början märker man den stinkande lukten af tiomjölksyra. Låter man inverkan fortgå så länge, att den använda klorvätesyran blir mättad, gifver lösningen tiomjölksyrans karakteristiska reaktion med kopparsalt, men ej med jern eller koboltsalt; sistnämda reaktioner framträda först, sedan man genom extraktion med eter skiljt syran från zinksaltet.

Mot kemiska agentier är ditiodilaktylsyra ganska beständig. Kraftiga oxidationsmedel syrsätta den under bildning af svafvelsyra och aldehyd. (Jfr Böttingers iakttagelse af svafvelsyras och ättiksyras bildning vid oxidation med kromsyra).

Analyser af ditiodilaktylsyran:

1) 0,3255 gr. i nålar kristalliserande, svårlöslig syra lemnade vid förbränning med blykromat 0,4018 gr. CO^2 och 0,1458 gr. H^2O motsv. 0,1096 gr. C och 0,0162 gr. H.

2) 0,5141 gr. syra af den lättlösligare formen gaf 0,6502 gr. CO^2 och 0,2266 gr. H^2O motsv. 0,1773 gr. C och 0,0252 gr. H.

3) 0,0918 gr. i nålar kristalliserande syra gaf vid svafvelbestämning efter Claëssons metod 0,2038 gr. $BaSO^4$ motsv. 0,0280 gr. S.

*) Med svafvelsyra sker reduktionen endast med svårighet på grund af ditiosyrans olöslighet deri.

I procent:

	beräknadt		funnet I	funnet II	funnet III
C^6	72	34,29	33,67	34,49	
H^{10}	10	4,76	4,98	4,90	
S^2	64	30,48			30,50
O^4	64	30,48			
	310	100,01.			

Kaliumditiodilaktat $(K.O.CO.C^2H^4)^2S^2 + 2Aq$.

Erhålles genom att neutralisera en lösning af kaliumkarbonat med den fria syran. Lösningen koncentreras i värme och lemnas derpå att frivilligt afdunsta, då saltet afsätter sig i ofta ganska stora och väl utbildade taflor eller fyrsidiga prismer. Saltet är mycket lätt lösligt i vatten, men dock i rent tillstånd fullkomligt luftbeständigt.

Skulle något ytterligare bevis för identiteten af Böttingers svafvelmjölksyra med ditiodilaktylsyran behöfvas, har man ett sådant i den fullständiga öfverensstämmelsen mellan kalisalterna. Böttinger uppgifver för svafvelmjölksyradt kali, det enda väl karakteriserade svafvelmjölksyrade salt, han beskrifver, formeln $C^3H^5KSO^2 + Aq$, som fördubblad skiljer sig från den ofvan uppgifna genom 2 atomer väte.

Analys: 0,1800 gr. förlorade vid upphettning till 125° 0,0190 gr. Återstoden lemnade 0,0966 gr. K^2SO^4, motsv. 0,0434 K, eller i procent:

	beräknadt	funnet
K	24,12	24,11
Aq	11,17	10,55

Ammoniumditiodilaktat $(Am.O.CO.C^2H^4)^2S^2$.

Genom frivillig afdunstning af syrans lösning i kaustik ammoniak erhållas glänsande, luftbeständiga romboedrar.

Analys: 0,2004 gr. upphettades med natronlösning i en destillationsapparat, och den utvecklade ammoniaken absorberades af klorvätesyra. Efter afdunstning erhölls 0,0919 gr. $H^4N.Cl$ motsvarande 0,0240 gr. N, eller i procent:

N beräknadt 11,48 funnet 11,98.

Tiodilaktylsyra $(H.O.CO.C^2H^4)^2S$.

Denna syra, som kan betraktas som ett slags anhydrid till tiomjölksyran, uppkommer, såsom förut är omtaladt, jemte denna vid kaliumsulfhydrats inverkan på α-klorpropionsyra och kan afskiljas som barytsalt. Ur detta framställes den fria syran genom digestion på vattenbad med utspädd svafvelsyra i ringa öfverskott, då saltet sönderdelas fullständigt ehuru långsamt. Det genom afdunstning tillräckligt koncentrerade filtratet från bariumsulfat stelnar efter längre tids stående i köld till en stråligt kristallinisk massa, som afpressas från moderlut, löses i en liten mängd varmt vatten och lemnas att kristallisera. Skulle vid barytsaltets sönderdelning för stort öfverskott af svafvelsyra blifvit användt, torde vara lämpligast att med eter utdraga syran, hvilket förfaringssätt äfven kan användas, för att tillgodogöra den ringa mängd, som möjligen kan finnas i den svafvelsyrehaltiga moderlut, hvarur syran först kristalliserat.

Äfven tiodilaktylsyran har jag liksom föregående erhållit i två olika former, hvilka jag förgäfves sökt öfverföra i hvarandra. Ur ofvan nämda lösning af den först erhållna kristallkakan afsätter sig syran i väl utbildade, klara, fyrsidiga, monokliniska prismer af ofta ganska betydlig storlek. Kristallerna äro mycket lätt lösliga i kallt vatten, i alla förhållande lösliga i kokande, smaka och reagera starkt surt, smälta vid 125° till en oljartad vätska, som vid afsvalning stelnar till en stråligt kristallinisk, perlglänsande massa. Ur moderluten efter dessa kristaller erhåller man ogenomskinliga sidenglänsande nålar, som vanligen gruppera sig till qvastlika eller halfklotformiga massor. Denna syra är ännu lättare löslig i vatten än den andra formen, kristalliserar trögare och visar dervid stor benägenhet att efflorescera. Smältpunkten ligger under 100°. Hvarken genom omkristallisering eller framställande af barytsalt har jag lyckats öfverföra denna form i den väl kristalliserande.

I öfrigt förhålla sig de båda formerna på samma sätt. Oaktadt sin lättlöslighet i vatten är syran luftbeständig. En ganska ringa mängd tiomjölksyra försvårar eller förhindrar tiodilaktylsyrans kristallisation. I någorlunda koncentrerad svafvelsyra är den föga löslig; afdunstar man en svafvelsyrehaltig lösning afskiljer sig syran vid tillräcklig koncentration på ytan som en kristalliniskt stelnande olja. Mot kemiska agentier är syran ännu beständigare än ditiosyran. Hvarken med natriumamalgam och vatten eller zink och klorvätesyra undergår den någon förändring och skiljer sig derigenom skarpt från den nyss nämda. Salterna äro med undantag af bariumsaltet föga anmärkningsvärda.

Analyser: 1) 0,2866 gr. lemnade 0,4223 gr. CO^2 och 0,1460 gr. H^2O motsv. 0,1153 gr. C och 0,0162 gr. H.

2) 0,552 gr. gaf vid svafvelbestämning enl. Claëssons metod 0,714 gr. $BaSO^4$ motsv. 0,09806 gr. S.

I procent:

	beräknadt		funnet	
			I	II
C^6	72	40,45	40,23	
H^{10}	10	5,62	5,66	
S	32	17,98		17,76
O^4	64	35,95		
	178	100,00.		

Till analysen I användes prismatisk till II nålformig syra.

Salter af tiodilaktylsyra.

Kaliumsaltet är deliqvescent, knappt kristalliserbart, hvarföre jag ej utfört någon analys å detsamma.

Ammoniumsaltet. Genom afdunstning i exsiccator af en med ammoniak mättad lösning af syran erhöllos lättlösliga, luftbeständiga kristallvårtor af sur reaktion, således antagligen AmH. $O^2.C^2O^2(C^2H^4)^2S$.

Bariumsaltet. $Ba(O.CO.C^2H^4)^2S$.

Såsom man af det anförda kan sluta, existerar detta salt i två modifikationer, en amorf lätt löslig, och en kristallinisk föga löslig. Neutraliseras barytvatten i köld med den fria syran, erhålles en klar eller på sin höjd svagt opaliserande vätska, hvarur alkohol afskiljer en amorf flockig fällning. Upphettar man lösningen till kokning, så faller ett tungt glänsande kristallpulver af ofvanstående sammansättning. Denna omvandling sker äfven vid vanlig värmegrad, ehuru långsamt och ofullständigt. Att denna kristalliniska fällning är samma kropp, som förut omtalats vid tiomjölksyrans och tiodilaktylsyrans framställning, torde knappt behöfva nämnas. En gång utfäldt fordrar saltet öfver 1000 delar kallt vatten, för att lösas; i varmt vatten synes det vara ännu svårare lösligt. I utspädda syror löses det lätt; ur lösningen i salpetersyra faller vid upphettning svafvelsyrad baryt, och vätskan är derefter så väl svafvel- som barytfri. Vissa främmande ämnen, särskildt tiomjölksyrade salter försvåra bariumsaltets fällning.

Försök att bestämma saltets löslighet. En liten portion väl uttvättadt, ännu fuktigt salt lemnades i en kolf omkr. 1 veckas tid under ofta skeende omskak-

ning i beröring med destilleradt vatten af omkr. 10° C. Af lösningen filtrerades 100 c.c. och försattes med svafvelsyra, fällningen digererades på vattenbad med lösningen, till dess den sistnämda till större delen afdunstat, togs derefter på filtrum, tvättades, torkades och glödgades, hvarvid erhölls 0,0715 gr. $BaSO^4$ motsv. 0,0960 gr. $Ba(O.CO.C^2H^4)^2S$. Alltså skulle utan afseende på korrektionerna för eg. v. och temperatur, då de fel, som begås, delvis upphäfva hvarandra, 1 del $Ba(O.CO.C^2H^4)^2S$ fordra 1040, 6 delar vatten af 10° till lösning.

Analyser: 1) 0,453 gr. gaf vid förbränning med blykromat och kaliumbikromat 0,371 gr. CO^2 och 0,109 gr. H^2O motsv. 0,1012 gr. C och 0,0121 gr. H.

2) 0,335 gr. lemnade vid afrykning med H^2SO^4 0,248 gr. $BaSO^4$ motsv. 0,146 gr. Ba.

I procent:

	beräknadt		funnet	
			I	II
Ba	137	43,77		43,58
C^6	72	23,00	22,34	
H^8	8	2,56	2,67	
S	32	16,22		
O^4	64	20,45		
	313	100,00.		

Silfversaltet. $(Ag.O.CO.C^2H^4)^2S$.

Sätter man en med ammoniak ej fullt neutraliserad lösning af tiodilaktylsyra till silfvernitrat, erhålles en klorsilfverlik fällning, som lemnad i beröring med vätskan förvandlas till glänsande, ofta flera millimeter långa nålar. Den fria syran ger med silfvernitrat i början endast en opalisering, men efter någon tid afsätta sig små, väl utbildade, starkt ljusbrytande kristaller. Det amorfa saltet är något lösligt i vatten, det kristalliserade alldeles olösligt i kallt vatten, och sönderdelas af varmt under bildning af svarta pseudomorfoser.

Analys: 0,198 gr. lemnade 0,108 gr. Ag således i procent:

funnet Ag = 54,54 beräknadt = 55,10.

Det är väl ej något tvifvel om, att Schachts monosulfodilactinsyra och Böttingers svafveldimjölksyra varit en blandning af verklig tiomjölksyra och tiodilaktylsyra, i det den först nämda, äfven om den i jemförelsevis ringa mängd

varit inblandad, hindrat den senares kristallisation. Anledningen dertill, att Schacht vid sina båda försök att framställa tiomjölksyra kom till olika resultat, har påtagligen varit den, att han vid det första, i ändamål att aflägsna fosforsyran, mättade den ur blyfällningen med vätesvafla afskilda syreblandningen med kolsyrad baryt *i värme*. Härigenom har samtidigt tiodilaktylsyran åtminstone till största delen blifvit aflägsnad. Hade Schacht närmare undersökt den "fosforsyrade baryten", skulle han utan tvifvel hafva erhållit den rena tiodilaktylsyran. Vidare har tiomjölksyran vid den omständligare reningsprocessen i det första försöket haft tillfälle att fullständigare öfvergå i ditiosyra än i det andra. För öfrigt visar hvarken Schachts monosulfodilactinsyra eller Böttingers svafveldimjölksyra lika litet som något deraf framstäldt salt någon garanti för sin sjelfständighet såsom kemisk förening. Här må erinras om det vågade i Schachts antagande af kalium- och bariumsalterna såsom sura, oaktadt erhållna genom *neutralisering* af den fria syran med motsvarande karbonat, endast på grund af en *svafvel*bestämning å hvartdera. Böttingers uppgift om bariumsaltets svårlöslighet i varmt vatten stämmer öfverens med min erfarenhet; i strid deremot står Böttingers så väl som Schachts uppgift om dess lättlöslighet i kallt vatten. Möjligen torde denna omständighet finna sin förklaring i en inblandning af lätt löslig tiomjölksyrad baryt.

Slutligen må några ord nämnas om Böttingers iakttagelse af svafvelmjölksyras (ditiodilaktylsyras) bildning genom vätesvaflas inverkan på i vatten uppslammadt bly- eller silfvertiodilaktat. Så osannolik än en dylik reaktion redan a priori kan tyckas, trodde jag mig dock böra på ren tiodilaktylsyra pröfva denna hans uppgift. Till en lösning af väl kristalliserande tiodilaktylsyra sattes ättiksyrad blyoxid, så länge någon fällning uppstod, derefter inleddes vätesvafla under 4 timmars tid. Det genom kokning från vätesvafla befriade filtratet visade sig emellertid hvarken omedelbart eller efter förutgången behandling med zink och klorväte innehålla det minsta spår af tiomjölksyra, utan gaf genom extraktion med eter oförändrad tiodilaktylsyra. Då nu Böttinger stöder sin uppgift endast på en svafvelbestämning å barytsaltet af den från svafvelblyet filtrerade syran (beräknadt för $C^6H^8BaSO^4$ 10,22 %, funnet 13,76 %, ber. för $BaC^6H^{10}S^2O^4$ 18,33 %), ligger den tanken nära tillhands, att förut inblandad tiomjölksyra genom möjligen otillräcklig tillsats af blyacetat koncentrerats i blyfällningen på grund af sitt blysalts större olöslighet och blyets större frändskap till svafvel än till syre, så att efter fällningens sönderdelning en svafvelrikare syra erhållits.

Öfver vätesvaflas inverkan på pyrodrufsyra.

Mitt arbete med tiomjölksyran och dermed i sammanhang stående föreningar var redan i det närmaste afslutadt, innan jag företog mig att närmare undersöka vätesvaflas reaktion på pyrodrufsyra. Den syra, som Böttinger erhållit genom vätesvaflas inverkan på pyrodrufsyrans silfversalt, är uppenbarligen ditiodilaktylsyra. Då det nu svårligen låter förklara sig, hvad för rol silfret spelar i reaktionen (jfr Böttingers uppgift om vätesvaflas inverkan på blytiodilaktat), då det nödvändigt måste afskiljas som svafvelsilfver, och Böttingers undersökning af vätesvaflas inverkan på fri pyrodrufsyra endast skett vid frånvaro af vatten, ansåg jag det i främsta rummet vara af intresse att undersöka vätesvaflas reaktion på vattenhaltig pyrodrufsyra.

I rent (vid 165° kokande) pyrodrufsyrehydrat inleddes svafvelväte. Fullkomligt öfverensstämmande med Böttingers uppgift fann jag, att gasen absorberades, under det en hvit fällning bildades i sådan mängd, att vätskan snart stelnade till en kristallinisk, halffast massa. För att möjliggöra gasens fortsatta inledande, tillsattes omkring pyrodrufsyrans lika volum vatten, då massan lätt löstes. Det befanns nu, att, åtminstone om vätskan lindrigt uppvärmdes, vätesvafla absorberades i betydlig mängd. Har man fortsatt gasinledningen tillräckligt länge, så utfäller koncentrerad klorvätesyra ur den svalnade vätskan en tung, tjock olja, som, i fall man vid operationen så mycket som möjligt undvikit luftens tillträde till lösningen och ej upphettat för starkt, efter längre eller kortare tid stelnar till en fast, nästan hvit kristallmassa. Har man åter försummat nämda försighetsmått, är oljan gul eller brungul och stelnar antingen alls icke eller ofullständigt. Denna pyrodrufsyrans omvandling sker, såsom väl knappt behöfver nämnas, likaså väl, om syran utspädes strax i början, före vätesvafleinledningen. Något säkert tecken för absorptionens slut har man ej; dock hindrar en större mängd oförändrad pyrodrufsyra fällningen med klorvätesyra. Den sålunda erhållna kristalliserande kroppen är ytterst svår att befria från städse inblandad olja. I kallt vatten är den fasta så väl som den flytande föreningen föga löslig, i kokande lösas båda lätt, men vid lösningens afsvalning utfaller en tung olja, som småningom stelnar. Alkohol och eter lösa båda alltför lätt, för att med fördel kunna användas till omkristallisering, och pressning mellan papper är ofördelaktig på grund af kroppens vaxartade konsistens. Jag har ej heller hittills erhållit någon väl stämmande analys af densamma; dock synes

den vara sammansatt: $(H.O.CO.C^2H^4)^2S^3$ och torde derför kunna benämnas tritiodilaktylsyra. Den har påtagligen uppkommit enligt formeln



$$2H.O.CO.CO.CH^3 + 3H^2S = (H.O.CO.C^2H^4)^2S^3 + 2H^2O,$$

antagligen så, att en syreatom i pyrodrufsyran (i analogi med vätesvaflas inverkan på aldehyd) utbytts mot svafvel och derpå till två molekuler tiopyrodrufsyra adderats en molekul vätesvafla. Afskiljande af svafvel har jag ej iakttagit.

Tritiodilaktylsyra $(H.O.CO.C^2H^4)^2S^3$.

Denna syra bildar tunna, fyrsidiga, glimmerlika fjäll, som lösas temligen svårt i kallt vatten, särdeles om detta innehåller svafvelsyra eller klorvätesyra. I varmt vatten smälter den till en olja, som derefter löses; vid afsvalning grumlas lösningen, under det att större delen af syran åter afskiljer sig oljformig och först efter någon tid stelnar. Alkohol och eter lösa den i nära nog alla förhållanden. Redan genom sin låga smältpunkt visar den olikhet med ditiodilaktylsyran, om hvilken den något erinrar. Skulle man för öfrigt vilja hafva fram flera olikheter, saknas visst icke sådana. Ditiodilaktylsyran är, såsom nämdt, en högst beständig kropp; särskildt må här anmärkas, att svaflet hvarken genom alkalier eller salter af med vätesvafla fällbara metaller kan aflägsnas. Tritiodilaktylsyran åter afger en del af sitt svafvel redan vid lindrig uppvärmning med kaustika eller t. o. m. kolsyrade alkalier, äfven ammoniak, under bildning af alkalisulfuret. Försätter man en lösning af syran med ett koppar- eller blysalt, så bildas snart svafvelmetall. Häraf synes, att framställningen af salter är förenad med stora vanskligheter. Ett kalisalt har jag erhållit i blomkålslika efflorescenser vid frivillig afdunstning af en med syran i köld mättad lösning af kaliumkarbonat.

Vid inverkan af zink och klorvätesyra öfvergår tritiodilaktylsyran lätt och fullständigt i tiomjölksyra under samtidig utveckling af vätesvafla. Det samma är fallet med den oljartade produkt, som bildas jemte den kristalliserade. Då nu pyrodrufsyra enligt Böttingers uppgift, hvilken jag kan bekräfta, utan svårighet låter erhålla sig genom destillation af vinsyra med surt svafvelsyradt kali, har man på grund af dessa omständigheter en beqväm metod att framställa tiomjölksyra. Fullständig rening af pyrodrufsyran är påtagligen för detta ändamål ej nödvändig lika litet som af den deraf genom inverkan af vätesvafla erhållna produkten; så snart vätskan är mättad med vätesvafla, kan man tillsätta klorvätesyra och granulerad zink, och efter slutad inverkan utdraga tiomjölk-

syran med eter. Om den så erhållna syrans identitet med den af α-klorpropionsyra framstälda har jag öfvertygat mig både genom dess reaktioner och genom att framställa derivat deraf, särskildt qvicksilfverföreningen och ditiodilaktylsyra. Metoden är, för erhållande af tiomjölksyra, så väl hvad beträffar anskaffande af material som skyndsamhet i utförandet vida att föredraga framför den med α-klorpropionsyra, och skulle, om jag förr lärt känna den, hafva besparat mig ofantligt mycket tid och möda.

Analyser af tritiodilaktylsyra:

1) 0,1546 gr. lemnade 0,1400 gr. $BaSO^4$ motsv. 0,06043 gr. S.

2) 0,1694 gr. gaf 0,1941 gr. CO^2 och 0,0761 gr. H^2O motsv. 0,0529 gr. C och 0,00846 gr. H.

3) 0,2651 gr. lemnade 0,1102 gr. H^2O motsv. 0,0122 gr. H. (Kolbest. förolyckad).

I procent:

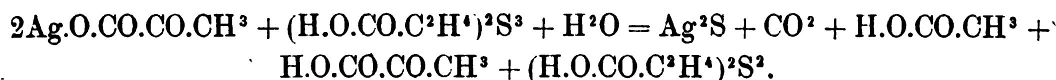
	beräknadt		funnet		
			I	II	III
C^6	72	29,75		31,23	
H^{10}	10	4,13		4,99	4,60
O^4	64	26,45			
S^3	96	39,67	39,09		
	242	100,00.			

Den vidhängande föroreningen synes sålunda vara fattigare på svafvel och rikare på kol och väte.

Af det anförda torde framgå, att tritiodilaktylsyra är den normala produkten af vätesvaflas reaktion på pyrodrufsyra, då biprodukter i någon betydligare mängd ej synas uppstå. Den af Böttinger erhållna ditiodilaktylsyran bildas otvifvelaktigt genom en sekundär process.

Jag har nämligen funnit, att tritiodilaktylsyran afgifver svafvel icke blott vid upphettning af alkalisalters lösning utan äfven vid digestion af den fria syran med vatten och metalliskt qvicksilfver eller fint fördeladt silfver. Bland sönderdelningsprodukterna har jag i hvilketdera fallet som helst iakttagit ditiodilaktylsyra. Att döma af Böttingers redogörelse för vätesvaflas inverkan på pyrodrufsyrad silfveroxid vill det synas, som om vid hans försök en del silfversalt undgått vätesvaflans direkta inverkan, men sedermera vid den derpå följande digestionen sönderdelats i kolsyra, ättiksyra, pyrodrufsyra och silfver, hvilket sedan beröfvat

tritiosyran en del af dess svafvel. Möjligt är emellertid, att silfret verkat in statu nascenti, och att reaktionen då gått lättare. Reaktionsformeln skulle i hvad fall som helst vara:



$$2Ag.O.CO.CO.CH^3 + (H.O.CO.C^2H^4)^2S^3 + H^2O = Ag^2S + CO^2 + H.O.CO.CH^3 + H.O.CO.CO.CH^3 + (H.O.CO.C^2H^4)^2S^2.$$

Tritiosyrans omvandling i ditiosyra sker dock ojemförligt elegantare genom successiv behandling med väte in statu nascenti och oxidation.

Helt naturligt synes det äfven, att den af Böttinger genom inverkan af vätesvafla på pyrodrufsyrehydrat erhållna substansen af jodvätesyra reduceras ej till tiomjölksyra utan till ditiodilaktylsyra; vid jodvätets inverkan måste nämligen jod frigöras, men vid dennas närvaro kan tiomjölksyra ej ega bestånd.

II. **β-derivat af propionsyran** (innehållande etylen $CH^2.CH^2$).

Liksom af propionsyrans haloid- och hydroxyl-substitutionsderivat existera två isomera serier, *α*- och *β*-derivat, de förra innehållande radikalen etyliden, de senare etylen, så kan man a priori vänta så väl tillvaron af en mot hydrakrylsyran (etylenmjölksyran) svarande tiosyra, som ock dermed i sammanhang stående dilaktylsyror. I sjelfva verket har jag också utgående från *β*-jodpropionsyra erhållit så väl en tio- som en ditiodi-laktylsyra, hvilka visserligen visa stor analogi med de ofvan beskrifna, men dock äro från dessa bestämdt skilda. Då jag, såsom väl nogsamt visat sig, i denna afhandling ingalunda gjort till min uppgift att lemna en fullständig redogörelse för de i fråga varande syrornas salter och öfriga derivat, utan fast mer sökt hålla mig till de mest karakteristiska af dessa och framför allt afsett att undersöka deras uppkomst, reaktioner och sammanhang med hvarandra, med ett ord deras plats i systemet, har jag ansett mig här kunna inskränka mig till att omnämna etylenderivatens analogier och olikheter med motsvarande etylidenderivats, så mycket mer som svårigheten att erhålla material i tillräcklig mängd vid den här i fråga varande undersökningen varit ännu kännbarare än vid den, för hvilken redogörelse blifvit lemnad.

Utgångspunkten för etylenderivatens framställning har, såsom nämdt, varit *β*-jodpropionsyra, som jag åter erhållit af glycerinsyra och jodfosfor.

Tiohydrakrylsyra, etylentiomjölksyra, β-merkaptopropionsyra.

Till en uppvärmd, koncentrerad lösning af två molekuler kaliumsulfhydrat sättes en molekul *β*-jodpropionsyra i små portioner. Reaktionen sker här lika

lätt som vid användning af α-klorpropionsyra; efter tillsats af den beräknade mängden jodpropionsyra är lösningen neutral och innehåller utom jodkalium kaliumetylentiolaktat jemte något ditiodilaktat. Huruvida någon tiodilaktylsyra härvid bildas, kan jag ej säga; med klorbarium erhålles hvarken i köld eller i kokning någon fällning. Genom tillsats af svafvelsyra och extraktion med eter erhålles fri tiohydrakrylsyra, ehuru förorenad af ditiosyra och jodväte. På grund af det sistnämdas närvaro visar tiosyran stor benägenhet att öfvergå i ditiosyra, i det genom luftens inverkan bildas fri jod, som derpå borttager det vid svaflet bundna vätet. För erhållande af ren tiosyra synes det vara bäst att öfverföra fullständigt i ditiosyra, hvilken såsom i kallt vatten svårlöslig och väl kristalliserande lätt kan fås ren, och derefter reducera med natriumamalgam eller zink och klorvätesyra.

Tiohydrakrylsyran bildar en färglös, i vatten, alkohol och eter i alla förhållanden löslig vätska af vida starkare och obehagligare lukt än motsvarande etylidensyra. Från denna skiljer den sig för öfrigt dels genom sin lättare oxiderbarhet, dels genom sitt förhållande till kopparoxidsalter. Sätter man nämligen syran till ett öfverskott af ett kopparoxidsalt, erhålles ej såsom vid etylidensyran en mörkviolett färgning utan en ljust violett fällning, som snart blir smutsigt grön. (Tioglykolsyran ger blåsvart fällning). Med öfverskott af syra ger kopparsalt en ljusgul amorf fällning, som vid uppvärmning med vätskan blir hvit och kristallinisk. Detta är cuprosotiomjölksyran; ur filtratet derifrån kristalliserar vid afsvalning etylenditiodilaktylsyra. Till jernklorid och alkali förhåller sig syran på samma sätt som etylidensyran endast med den skilnad, att färgningen här är blodröd och hastigare öfvergående. Äfven till koboltsalt förhålla sig etylen- och etylidensyran på samma sätt.

Qvicksilfverföreningen $(H.O.CO.C^2H^4)^2S^2Hg$.

Erhålles genom uppvärmning af qvicksilfveroxid med den fria tiosyran. Kristalliserar i små glänsande flittror, som lösas föga i kallt vatten och temligen svårt äfven i kokande.

Analyser: 1) 0,0654 gr. lemnade 0,0758 gr. $BaSO^4$ motsv. 0,0104 gr. S.
2) 0,2279 gr. lemnade 0,1294 gr. HgS motsv. 0,1116 gr. Hg.

I procent: S beräknadt 15,61 funnet 15,90.
Hg „ 48,71 „ 48,97.

Kopparföreningen $(H.O.CO.C^2H^4)^2S^2Cu^2$.

Koppartiohydrakrylsyrans uppkomst enligt formeln: $4H.O.CO.C^2H^4.S.H + 2Cu.O^2.Ac^2 = (H.O.CO.C^2H^4.S)^2Cu^2 + (H.O.CO.C^2H^4)^2S^2 + 4H.O.Ac$ är redan antydd. Den bildar ett hvitt kristalliniskt pulver, som är temligen luftbeständigt, olösligt i vatten, men lösligt i kaustika och kolsyrade alkalier.

Analys: 0,1493 gr. lemnade 0,0701 gr. Cu^2S motsv. 0,055974 gr. Cu, således i procent: Cu funnet 37,44 beräknadt 37,65.

Vismutföreningen $(H.O.CO.C^2H^4.S)^3Bi$.

Liknar fullkomligt motsvarande α-derivat. Använder man till dess framställning den direkt ur reaktionsmassan med eter utdragna syran, erhåller man den med blodröd färg, antagligen på grund af en ringa jodhalt.

Analys: 0,4411 gr. lemnade 0,1814 gr. Bi motsv. 41,13 procent eller 1,36 procent mer än det beräknade (39,77). Syran var ej klart löslig i alkalier.

Etylenditiodilaktylsyra $(H.O.CO.C^2H^4)^2S^2$.

Denna syra framställes bäst genom att till den råa, jodvätehaltiga tiohydrakrylsyran sätta en lösning af jernklorid, så länge en hastigt öfvergående blåfärgning inträder. Man erhåller en voluminös kristallinisk fällning, som tvättas med kallt vatten och omkristalliseras ur kokande. Ur mindre rena lösningar, särdeles sådana, som innehålla tiosyra, afsätter sig ditiosyran i ogenomskinliga, kompakta, klotformiga aggregat, ur rena, jemförelsevis koncentrerade kristalliserar den i voluminösa grupper af strålformigt från ett gemensamt centrum utgående nålar, ur fullt rena temligen utspädda erhålles den såsom iriserande taflor, som efter torkning äro silfverglänsande. Syran är i kokande vatten lätt löslig, i kallt nästan olöslig. På grund häraf är den i köld mättade lösningen nästan utan smak och reagerar endast svagt surt. För öfrigt är i fråga varande kropp en jemförelsevis svag syra. Så t. ex. kristalliserar den oförändrad vid afdunstning af lösningen i kaustik ammoniak.

Analyser: 1) 0,112 gr. lemnade 0,242 gr. $BaSO^4$ motsv. 0,03324 gr. S.

2) 0,2384 gr. lemnade 0,3057 gr. CO^2 och 0,1118 gr. H^2O motsv. 0,08337 gr. C och 0,0124 gr. H.

3) 0,4680 gr. lemnade 0,5830 gr. CO^2 och 0,2358 gr. H^2O motsv. 0,1590 gr. C och 0,0262 gr. H.

I procent:

	beräknadt		funnet I	funnet II	funnet III
C^6	72	34,29		34,97	33,97
H^{10}	10	4,76		5,20	5,60
S^2	64	30,48	29,68		
O^4	64	30,48			
	210	100,01.			



Om zirkonium och dess föreningar

af

MATS WEIBULL.

Mineralet zirkon, hvari zirkonjorden först uppmärksammades, kallades af Werner Silex Circonius, och i sitt mineralsystem gaf han det plats jämte diamant och krysoberyll *). Klaproth, som 1789 närmare undersökte samma mineral, påträffade däri en jordart, som genom sitt förhållande till fixa alkalier och till amoniak betydligt skilde sig både från kalk, talk och lerjord, de då kända oxider, med hvilka den till det yttre närmast öfverensstämde. Han påvisade äfven att samma jordart, af honom kallad zirkonjord, ingår i de af gammalt såsom ädelstenar bekanta hyacinterna. En analys, som Bergman å dem anstält, gaf:

Lerjord	40.
Kiselsyra	25.
Kalk	20.
Järnoxid	13.
	98.

Men Klaproth visade att de, liksom zirkonerna, bestodo af zirkonjord och kiselsyra, jämte något järnoxid. För att utdraga järnet behandlade han zirkonpulvret med kungsvatten och dekomponerade därefter återstoden genom smältning med kaustikt alkali, då efter behandling med vatten kiselsyran gick i lösningen och zirkonjorden stannade olöst.

*) Klaproth: Beiträge zur Chem. Kentniss d. Mineralkörper. Posen u. Berlin 1795 s. 203.

Zirkon visade sig bestå af:			och hyacint:
Zirkonjord	68,0	—	70,0
Kiselsyra	31,5	—	25,0
Järnoxid	0,5	—	0,5
	100,0		95,5

För att fullständigt befria zirkonjorden från järnoxid använde KLAPROTH blodlutsalt (gult), som sattes till en sur lösning af kloriden, då en blå fällning uppkom, som innehöll ej blott järn utan ock en del af zirkonjorden. Efter filtrering fäldes zirkonjorden ur lösningen med alkali i kokning. KLAPROTH fann att af zirkonjordens salter det saltsyrade hade den största benägenheten att kristallisera.

GUYTON-MORVEAU *), som äfven sysselsatte sig med zirkonjorden, bekräftar i allmänhet KLAPROTHS undersökningar; han anmärker såsom karakteristiskt för densamma, att dess lösning i saltsyra ger med neutralt oxalsyradt kali "en hvit fällning, som grumlar lösningen och slutligen ymnigt afsätter sig."

Äfven VAUQUELIN har lemnat bidrag till zirkoniumföreningarnes kemi. Hans analyser af zirkon, om ock ej så noggranna som KLAPROTHS, öfverensstämma dock i hufvudsak med dennes **). Flere salter äro af honom framstälda och mer eller mindre fullständigt beskrifna. Såsom i vatten lättlösliga nämner han acetatet, hvilket är lösligt i alkohol och ej kristalliserar, nitratet, som endast med svårighet kristalliserar, den lätt kristalliserbara kloriden, som i luften förlorar en del af kristallvattnet och blir ogenomskinlig samt sulfatet, hvaraf han genom försigtig afdunstning erhållit vattenhaltiga kristaller. Ehuru redan KLAPROTH riktat uppmärksamheten på zirkonföreningarnes egendomliga förhållande till kolsyrade alkalier, var det först genom VAUQUELIN's undersökningar som denna fråga fullständigt utreddes. Då han i stället för amoniak använde kolsyradt alkali för att fälla zirkonjorden, bildade sig en ymnig fällning; denna löste sig emellertid vid ytterligare tillsats. Den sålunda erhållna lösningen fäldes ej af amoniak förr än vid kokning, då basiskt karbonat afsatte sig i hvita flockar.

Utom i zirkon, som ehuru i ringa mängd dock allmänt förekommer i graniter och kristalliniska skiffrar, påträffades zirkonjorden ganska tidigt i ett mera sällsynt mineral. TROMSDORFF ***) analyserade 1801 "skålig grön-

*) Ann. de Ch. 21,72.
**) Ann. de Ch. 22,171.
***) Crells Ch. Annal. 1801 sid. 438.

ländsk granat" och fann däri zirkonjord; denna analys bekräftades två år därefter af GRUNER *). STROMEYER, som äfven undersökte detta mineral, kallade det eudialyt.

Af stor vigt äro BERZELII upprepade undersökningar öfver zirkonjorden. Då han år 1817 i xenotim från trakten af Falun trott sig finna en ny jordart, thorjord, som till sina egenskaper mycket liknade zirkonjorden, meddelade han **) en jämförelse mellan dessa jordarters reaktioner. Han fann att lösningar både af saltsyrad och salpetersyrad zirkonjord fällas genom kokning. Fällningen bildar ett tungt, hvitt pulver. Det svafvelsyrade saltet skall ej kristallisera, är gummiartadt, utsatt en längre tid för värme blir det "hvitt, ogenomskinligt och salt-artadt," är i luften deliqvescent och löser sig icke fullständigt i vatten, i fall ej lösningen är mycket sur. I en lösning af sulfatet bildas hvarken någon fällning ej häller opalisering vid tillsats af oxalsyrad amoniak. Ett zirkonjordsalt, löst i vatten och försatt med svafvelsyradt kali, så att lösningen blir koncentrerad, fälles däraf fullständigt. Sker detta i köld, är fällningen löslig i rent vatten.

C. H. PFAFF undsökte samma år ett "nytt, titanhaltigt, granatartadt mineral från Arendal, den s. k. zirkongranaten" ***) och anstälde därvid några jämförelser mellan zirkonjorden och titansyran. Han finner öfverensstämmelsen dem emellan i reaktioner så stor, att han är frestad att hålla dem för identiska och tillskrifva de få differenserna en olika oxidation. I sitt förhållande till kaustika och kolsyrade alkalier, till bernstens-, benzoë-, vin- och äppelsyrade salter öfverensstämma de fullkomligt. En lösning af de saltsyrade salterna blir vid uppvärmning mjölkig och "koagulerar till ett gelé." De saltsyrade salterna fällas bägge af oxalsyra, men fällningen löses af syran i öfverskott. Till cyankalium och svafvelamonium förhålla de sig lika; blott i reaktionerna till galläppletinktur finner han en olikhet, i det denna "ur vanliga titanlösningar förorsakar en riklig rödbrun, guldsvafvel liknande fällning, däremot uppstår i zirkonlösningar en i gult stötande, flockig fällning. Dock blir

*) Gilberts Annal. d. Phys. 13,497.

**) Schweiggers N. Journ. f. Ch. u. Phys. 21,40.

***) Schweiggers N. Journ. f. Ch. u. Phys. 21,233. Af de fysiska egenskaperna att döma, torde det undersökta mineralet hafva varit mer eller mindre ren eukolit; af analysens resultat torde ej någon säker slutsats kunna dragas, då bl. a. slutsumman är 111,5 i stället för 100. — Ehuru denna undersökning kan anses ganska betydelselös för vår kunskap om zirkoniums föreningar, har jag dock för fullständighets skull här omnämt de vigtigaste punkterna däri.

vid tillsats af amoniak färgen mer rödbrun och fällningen ymnigare." Då en elektrisk ström leddes genom en så vidt möjligt neutral lösning af titanklorid, hvarmed tvänne glaskärl, förbundna med en fuktig pappersremsa, voro fylda, afsatte sig vid den negativa elektroden gråhvit oxid, och den förut opaliserande lösningen blef klar. Efter 24 timmar var all titanoxid afskild ur det kärl, där den negativa elektroden satt, och lösningen i detta kärl var knapt sur, men desto mer i det andra. Ett likartadt afskiljande af zirkonjord kunde ej iakttagas; emellertid var vid experimentets företagande zirkonjordens lösning jämförelsevis mera utspädd.

Berzelius kom snart åter i tillfälle, att undersöka zirkonföreningar. I sin "Undersökning af flusspatsyran och dess märkvärdigaste föreningar" *) meddelar han, hurusom det lyckats honom att ur kaliumzirkoniumfluorid medels kalium framställa zirkoniummetall. Genom upphettning af zirkonium i vätesvaflegas, lyckades han framställa svafvelzirkonium; en förening af kol och zirkonium erhölls, då kolhaltigt kalium användes vid reduktionen af kaliumzirkoniumfluorid. Till Berzelii undersökningar af kloriden, sulfatet, hydratet och kaliumfluordubbelsaltet skola vi återkomma, såväl vid behandlingen af zirkoniums atomvigt och zirkonjordens formel, som vid behandligen af de särskilda föreningarne.

Svanberg **) ansåg sig 1845 hafva funnit bevis för tillvaron af flere till atomvigt och kemiska egenskaper skilda jordarter, hvilkas isolering dock ej ännu lät sig göra. Dessa jordarter skulle till olika mängd ingå i zirkoner från olika ställen. Då han bestämde förhållandet mellan bas och syra i zirkonsulfater, dels framstälda ur zirkoner från skilda lokaler, dels beredda på olika sätt, visade sig att ganska olika atomvigt måste tilläggas den däri befintliga zirkonjorden. Ehuru han ej bestämdt uttalar sig om den metod, han vid sina undersökningar användt, anger han dock att klorider såväl visade olika kristallisationsförmåga i vatten och saltsyra som ock med större eller mindre lätthet fäldes af oxalsyra. Dessutom trodde han sig hafva funnit, att sulfater kristalliserade i olika form och med olika lätthet samt att deras förhållande vid upphettning ej var detsamma. Till kolsyrade alkalier visade ock de olika jordarterna ett skiljaktigt förhållande, och slutligen hade det visat sig att med alkaliernas och jordarternas klorider klordubbelsalter af olika habitus existerade.

---

*) Kongl. Vetensk. Akad. Handl. 1824 s. 46 och 278.
**) Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. 1845 s. 34.

Då SVANBERG vid dessa undersökningar företrädesvis arbetat med norska zirkoner, föreslog han för den nya jordarten namnet norjord och för metallen norium *). — Äfven i eudialyt trodde sig SVANBERG ha träffat en ny jordart, som ganska nära slöt sig till zirkonjorden. Det lyckades honom dock icke att isolera densamma, ej heller att få zirkonjorden fullkomligt fri därifrån, utan hade hydratet alltid visat sig förorenadt af denna oxid, hvarigenom dess färg haft en dragning i gult, som efter kokning med kali blifvit mörkare. Den färgande oxiden var såsom oxidul mörkgul och löste sig med gul färg i syror, men såsom oxid blef den brun och gaf med syra järnröda lösningar, som vid uppvärmning med saltsyra utvecklade klor. Till någon del kunde den utdragas, om zirkonjorden starkt glödgades i vätgas och därefter behandlades med saltsyra, då metallkloruren löste sig.

Något egentligt stöd för den åsigten att zirkonjorden skulle på ett eller annat sätt kunna uppdelas i tvänne eller flere jordarter gifva SVANBERGS undersökningar ej. Genom BERLINS, MARIGNAC's och HERMANNS undersökningar har det i stället visat sig, att zirkonjorden, sådan man framstält den ur zirkon, katapläit m. fl. mineral, efter all sannolikhet är en enda jordart. BERLIN, som studerat oxalsyras inverkan på zirkonylklorider, har visat **) att man åtminstone ej på denna väg kan särskilja jordarter af olika atomvigt. Genom fraktionerad fällning med oxalsyra och bestämning af zirkonjordshalten i de erhållna oxalaterna fann han den samma konstant, både då oxikloriden var framstäld ur katapläit och ur zirkon från olika lokaler. Äfven HERMANN har sökt utreda frågan om norjordens existens vid sidan af zirkonjorden ***). Hvarken genom oxikloridens fraktionerade fällning med oxalsyra eller genom densammas behandling med en koncentrerad lösning af kaliumsulfat erhöll han zirkonjord med afvikande atomvigt. I stället visade det sig, att den af honom använda zirkonjorden innehöll en ej obetydlig mängd lerjord och järnoxid, oaktadt densamma först undergått smältning med kolsyradt natron och kokats med natronlut samt lösningen af oxiklorid för zirkonjordens afskiljande från järnet behandlats med undersvafvelsyrligt natron †). För att ådagalägga närvaron af järnoxid och

*) I samma afhandling s. 35 säger dock SVANBERG att, de olika jordarterna visade sig "såsom varande visserligen *flere än tvänne* till antalet."

**) Jour. f. pr. Ch. 58,145.

***) Se HERMANNS afhandling "Existirt die Norerde oder nicht?" Jour. f. pr. Ch. 97,321.

†) Då emellertid alla kända analyser af zirkon — det mineral som HERMANN användt vid framställning af zirkonjord — däri öfverensstämma att någon lerjord ej ingår, kan närvaron däraf endast förklaras genom orena reagentier.

lerjord kokade HERMANN lösningen i saltsyra med kaliumsulfat i öfverskott; det erhållna hvita pulvret af basiskt zirkonsulfat affiltrerades och lösningen, som bestod af en blandning af zirkonjord-, järnoxid- och lerjordsalt jämte kaliumsulfat, fäldes med amoniak. Ur fällningen skulle lerjorden kunna afskiljas genom smältning med kalihydrat och ren zirkonjord fällas på vanligt sätt med natriumtiosulfat *). HERMANN's undersökningar kunna dock ingenting bevisa, då SVANBERG aldrig uppgifvit, på hvad sätt han renat den af honom använda zirkonjorden. Intet hindrar att äfven han användt BERZELII metod för att rena från järn, nämligen kaliumsulfat i öfverskott. Med HERMANNS antagande af att lerjord och järnoxid förorenat SVANBERGS zirkonjord, förklaras, huru det var för denne möjligt att erhålla jordarter med lägre molekularvigt, ej med högre. Under det zirkonjordens molekularvigt enligt många sammanstämmande analyser är 121,5, vexlade samma vigt hos SVANBERGS jordarter från 100 till 140. Skrefves lerjordens och järnoxidens formel RO_2, i analogi med zirkonjorden, blefve den förras mol. vigt 68,5, den senares 107. Däraf inses lätt hvilket inflytande en inblandning af dessa oxider eger på resultatet af en analys. — Då zirkonjorden med starkare syror såsom svafvelsyra bildar både mättade (zirkonium-) och basiska (zirkonyl-) föreningar, hvilka bägge äro lösliga i vatten, är det antagligt att SVANBERG har analyserat ej blott det normala zirkoniumsaltet utan ock basiskt salt eller blandningar af bägge. Och i detta vårt antagande styrkas vi af SVANBERGS uppgift att hans sulfater visade olika löslighet och kristalliserade på olika sätt. I starkt svafvelsura lösningar är sulfatet svårlösligt och kristalliserar i små, väl utbildade hexagonala taflor och pyramider; i rent vatten löser det sig ganska lätt och bildar vid afdunstning rundade kristallgyttringar, hvilka lätt kunna innehålla basiskt salt. Då i dessa basiska salter mängden af svafvelsyra i förhållande till zirkonjord är mindre än vid det normala, ligger häri möjligen orsaken till att SVANBERG erhöll jordarter med högre molekularvigt än den egentliga zirkonjordens.

Ur zirkonjord, framstäld ur eukolit, sökte NYLANDER 1864 åtskilja olika jordarter genom sulfatets behandling med en koncentrerad lösning af ka-

---

*) Huruvida det lyckats HERMANN att, efter denna behandling med kaliumsulfat, i filtratet kunna fullständigt afskilja lerjord och järnoxid, kan dock dragas i tvifvelsmål, när detta ej lyckats honom före denna behandling. Vid båda tillfällena användes hufvudsakligen samma metod, och mängden zirkonjord var äfven i senare fallet större än järn- och lerordshalten.

liumsulfat *). Eukolit, enligt RAMMELSBERG ett zirkonat-silikat af formeln $18(RO,2(Zr,Si)O_2) + NaCl$ där $R = Ca, Na_2, Ce, Fe$ och Mn, dekomponerades antingen genom smältning med kolsyradt natron och natronhydrat, hvarefter smältan behandlades med vatten och saltsyra, eller direkt med saltsyra **). Kiselsyran afskildes på vanligt sätt och Fe_2O_3, Ce_2O_3 och ZrO_2 fäldes med amoniak. Efter lösning i saltsyra användes vinsyra, amoniak och svafvelamonium för järnets afskiljande. Filtratet indrefs till torrhet och glödgades. Zirkonjord och ceroxid löstes genom digerering med svafvelsyra, och sedan den fria syran fått afryka löstes sulfaterna i vatten. Med kaliumsulfat i öfverskott under några dagar uttäldes ceroxidulen och största delen af zirkonjorden; fällningen tvättades och filtratet fäldes med amoniak. Efter lösning i saltsyra och neutralisering med amoniak tillsattes natriumtiosulfat; genom kokning utfäldes zirkonjorden C. Fällningen med kaliumsulfat, som förut tvättats med en koncentrerad lösning af samma salt, behandlades med kallt vatten tills amoniak icke åstadkom någon fällning i det genomgångna. Hvad som blifvit löst i kallt vatten (Ce- och Zr-sulfat) fäldes med amoniak; fällningen löstes i saltsyra och behandlades sedan med natriumtiosulfat; sålunda erhölls zirkonjorden B. Den af vatten olösta delen torkades och smältes med kaliumbisulfat, smältan löstes i vatten, amoniak tillsattes och fällningen behandlades såsom de bägge andra portionerna: zirkonjorden A. Af de sålunda åtskilda tre portionerna af jordarter framställdes sulfat och oxiklorid. Tagas medeltalen af NYLANDERS anförda analyser hade dessa salter följande sammansättning: ***)

	Zirkonoxiklorid.		*Zirkoniumsulfat* †).	
	Zr	Cl	ZrO_2	SO_3
Framstäld af ZrO_2 A	28,78	22,48	44,15	55,85
„ „ B	34,25	23,91	42,46	57,54
„ „ C	28,32	27,99	38,69	61,31
Formeln: $ZrOCl_2 + 8aq$ / Formeln: $Zr(O_2SO_2)_2$	27,94	22,12	43,15	56,85.

*) Bidrag till kännedomen om Zirkonjord. Kem. Min. afhandl. Lund 1864.

**) Anf. afhandl. s. 13.

***) Anf. afhandl. s. 18 och följ.

†) För bättre jämförelse med den ur formeln berräknade %-halten är mängden af ZrO_2 och SO_3 beräknad som hade det analyserade saltet varit vattenfritt. I verkligheten vexlar mängden hygroskopiskt vatten från 5,20 till 1,26 %.

De särskilda analyser af hvilka ofvanstående äro medeltal öfverensstämma i allmänhet så litet med hvarandra, att man ej gerna af dessa siffror kan draga några säkra slutsatser. Så till exempel vexlar zirkoniumhalten i de fyra analyser, som NYLANDER gjort å oxikloriden A med 25,69, 27,56, 30,11 och 31,78; motsvarande klorhalt är 21,53, 21,58, 23,06 och 23,80 och förlusten ($= O + H_2O$) är 52,78, 50,86, 46,83 och 44,12. Lägger man därtill att en analys af kloriden B lemnar 28,52 % Zr och 21,93 % Cl, en annan af sulfatet C 41,28 ZrO_2, och 58,72 % SO_3, visar detta att öfvergångar från den ena serien till den andra ej saknas. Det förra af de nyssnämnda salterna öfverensstämmer närmast med kloriden A, det senare med sulfatet B. Grunden till dessa olikheter i analyser å salt hörande till samma serie kan utan tvifvel sökas i den ringa beständighet, som flere zirkonföreningar, särskildt oxikloriden, ega. Det är sålunda förenadt med ganska stor svårighet att få detta salt fullkomligt rent, ty antingen håller det mekaniskt bundet vatten, eller har det förlorat en del af sin klorvätehalt *). — Förnämsta orsaken till de olikheter, som medeltalen af NYLANDERS analyser visa torde man kunna söka i föroreningar. Zirkonsalter fällas icke fullständigt af kaliumsulfat, och särskildt hindrar närvaron af en icke fällbar närstående metalloxid zirkonjordens utfällande. Är å andra sidan zirkonjorden utfäld i sällskap med ett i rent vatten lösligt salt, går vid behandling med vatten en del af zirkonjorden lättare än eljes i lösningen, så att blott en del af det basiska zirkonylsulfatet stannar olöst. Innehåller eukoliten lerjord, eller var det vid smältningen använda kolsyrade eller kaustika alkalit däraf förorenadt, så måste hela halten af lerjord finnas bland zirkonjorden C **). Visserligen fällas ej cergruppens metaller af en kokande lösning af natriumtiosulfat, i fall lösningen är utspädd och inga fällbara oxider i större mängd äro närvarande, men då lösningen till större delen består af dylika oxider, låter det sig knappast göra att genom en enda fällning fullständigt befria zirkonjorden från dessa baser ***). Då dubbelsaltet af cer- och

*) Analyserna å de sulfater som höra till samma serie öfverensstämma däremot, på ett undantag när, ganska väl med hvarandra; också låter sig sulfatet med mindre svårighet framställas i ren form.

**) Det skulle därför egt ett särskildt intresse om i den anförda afhandlingen omnämts, hvilka af analyserna som anstälts å salt framstäldt genom eukolitens dekomposition direkt med saltsyra eller genom smältning med alkali.

***) Jämför C. W. BLOMSTRAND i "Titanater från Småland" (i Kongl. Fysiogr. Sällsk. Minneskr. 1878) s. 29.

kaliumsulfat är lösligt i vatten, är det bland den zirkonjord B, hvilken efter fällning med kaliumsulfat löst sig i vatten, som vi kunna förmoda närvaron af cer. Salterna af zirkonjorden A böra däremot ha varit rena zirkonjordspreparat; i själfva verket öfverensstämma de analyser, som därå äro gjorda, tämligen nära med hvad formeln fordrar. Hvad inflytande en förorening af ceroxidul bland zirkonjorden kan ega på analysen af t. ex. klorid inses bäst däraf, att kristalliserad klorcerium håller 37,24 procent cer och 28,74 procent klor. Närvaron af cer höjer sålunda i synnerhet metallhalten och i mindre grad klormängden; just härigenom skiljer sig också kloriden B från kloriden A. — Kristalliserad aluminiumklorid håller 11,33 % aluminium och 44,02 % klor. En inblandning af lerjord bland zirkonjorden måste därför i analysen af kloriden höja klorhalten betydligt, men däremot sänka metallhalten. Analyserna å saltet C visa äfven en ytterst stor klorhalt och den minsta zirkoniummängden.

Svårigheten att fullständigt skilja zirkonjord från till egenskaper mycket öfverensstämmande kroppar af olika atomvigt, de modifikationer af eljes ganska karakteristiska reaktioner, som närvaron af likartade oxider förorsakar, zirkonsalternas ringa beständighet och den lätthet hvarmed lösliga basiska salter bildas, utgöra de vigtigaste orsakerna till att den åsigten mer än en gång kunnat uttalas att zirkonium ej vore *ett* element. Då vi ega till vårt förfogande ett stort antal analyser af zirkon från olika ställen, och detta mineral visat sig konstant bestå af en molekul kiselsyra och en molekul zirkonjord med molekularvigten beräknad till 121,5, så visar detta att jordarter med olika molekularvigt åtminstone ej i vexlande mängd kunna ingå i detta mineral. Denna omständighet, liksom öfverensstämmelsen i det stora flertalet analyser, som gjorts af olika kemister å salter framstälda ur olika mineral, lemna stöd för vår åsigt att hvarken norjord eller andra likartade jordarter kunna ur zirkonjorden framställas *).

De uppgifter (om tillvaron af nya jordarter bland zirkonjorden) hvilka tillkommit på grund af spektroskopiska undersökningar hafva ej heller bekräftat sig. Sorby meddelade 1869 **) att han vid en undersökning af absorp-

*) Då Marignac framstälde zirkoniums fluordubbelsalt tog han särskildt hänsyn till denna fråga och lagade därvid att all ZrO_2 medtogs. Hvarken de yttre karaktererna af de därvid framstälda salterna eller den kemiska sammansättningen gåfvo det minsta stöd för att flere jordarter ingått.

**) Ch. News 19,121.

tionsspektra hos zirkoner funnit att många exemplar af detta mineral, särskildt de färglösa, diamantlika s. k. jargonerna från Ceylon visa ett egendomligt spektrum, karakteriseradt af ett tiotal mörka band och skildt från hvarje hittills kändt ämnes. Till ett liknande resultat hade CHURCK redan tre år förut kommit. Han antog att denna egendomlighet berodde på närvaron af SVANBERGS norjord, men lemnade aldrig någon närmare utveckling häraf. Vid fortsatt undersökning fann SORBY, att inga andra zirkoner än jargoner visade något sådant spektrum; zirkonjorden själf karakteriserades sålunda ej däraf. Han antog därför att detta egendomliga förhållande berodde på närvaron af ett nytt element, jargonium. Löst i boraxperlan visade jargoniumborat trenne olika optiska tillstånd, allt efter den temperatur, vid hvilken jargonen blifvit af borsyran dekomponerad. Vid lägre temperatur, då smältan ej är kristallinisk, synas inga absorptionsband, vid högre 6 tydligt markerade och vid stark rödglödgning 4, af hvilka intet sammanfaller med dem som vid lägre temperatur visa sig. Enligt FORBES *) skulle jargonjorden skilja sig från zirkonjorden, dels genom kloridens större löslighet i koncentrerad saltsyra, dels genom hydratets olöslighet i vinsyra. Följande år fann emellertid SORBY att det egendomliga absorptionsspektrum, som de nämnda zirkonerna visat, berodde på en inblandning af uranoxid bland zirkonjorden. En ringa mängd uranoxid, upphettad med zirkonjord i boraxperlan, ger, allt efter den temperatur vid hvilken upphettningen sker, spektra med absorptionsband, öfverensstämmande med dem, som han ansett kännetecknande för jargonjord. Denna egendomlighet af alldeles skilda spektra vid olika temperatur beror utan tvifvel på zirkonjordens egenskap af på en gång bas och syra, hvilket åstadkommer att uranens oxider vid en viss temperatur kunna uppträda bundna vid zirkonjorden, vid en annan däremot icke **).

Under senare tid hafva i synnerhet MARIGNAC och PAYKULL lemnat förtjänstfulla bidrag till zirkonföreningarnes kemi, hvilka hvar på sin plats skola i den följande framställningen omnämnas.

---

*) Ch. News 19,277.

**) Ch. News 21,73.

Zirkoniums förekomst.

Zirkoniumföreningar förekomma ej i större mängd i naturen. Zirkon eller hyacint, som de mera genomskinliga, såsom ädelstenar använda varieteterna kallas, (ZrO_2, SiO_2) är det vigtigaste zirkonjordsmineralet, både därigenom att det förekommer mera allmänt än andra zirkonföreningar och därför att det i öfvervägande mängd består af zirkonjord. I urformationens bärgarter, både sedimentära och eruptiva, förekommer den ej sällan, ehuru nästan alltid i mikroskopiska kristaller. Enligt TÖRNEBOHM *) är den så allmän i våra svenska graniter och gneiser att den träffas i nästan hvarje slipprof; i flere granuliter och porfyrer är den äfven iakttagen. Företrädesvis synes den förekomma i kiselsyrerika bärgarter. Särskildt bekant för sina stora och väl utbildade zirkonkristaller är den s. k. "Zirkonsyeniten" vid Langesund och Brevig i Norge. Därifrån voro de kristaller jag användt för den följande undersökningen. I flodernas sand träffas hyacinter sekundärt i sällskap med andra ädelstenar; bekanta fyndorter äro Ceylon, Expailly i Frankrike och flere trakter af Sibirien. Auerbachit (fr. Mariapol i guvernementet Jekatherinoslaw) öfverensstämmer till fysiska egenskaper, särskildt kristallform, med zirkon, men består af $2ZrO_2$, $3SiO_2$. Malakon $3(ZrO_2, SiO_2)+aq$ och tachyaphaltit äro båda vattenhaltiga zirkoniumsilikater, som komma zirkon nära både i kristallform och kemisk sammansättning; den förra är funnen vid Hitterö i Norge, Rosendal i Finland m. fl. ställen, den senare endast vid Kragerö. Jämte kiselsyra förekommer zirkonjorden dessutom i följande mineral: eudialyt (fr. Grönland) och eukolit (fr. Brevig), båda med sammansättningen $18(RO, 2(Zr, Si)O_2) + NaCl$, i katapleït (fr. Lamön vid Brevig), enligt RAMMELSBERG med formeln $2(2Na_2O, CaO, 9(Si, Zr)O_2)+9$ aq., enligt A. SJÖGRENS undersökningar, hvilka jag funnit bekräftade, $(Ca, Na_2)O, SiO_2 + ZrO_2 2SiO_2 + 2$ aq. I Oerstedit tillkommer dessutom titansyra och i Wöhlerit niobsyra (den förra från Arendal, den senare från Brevig). Polymignyt (fr. Fredriksvärn) och mengit (fr. Miask i Ural) äro zirkonhaltiga titanater, pyrrhit (fr. Alabaschka vid Mursinsk) och samarskit (fr. Miask) äro niobater med zirkonjord.

*) Geol. Föreningens Förhandl. (1876) B. III, N:o 6.

Framställning af rena zirkonföreningar.

För att framställa rena zirkonföreningar utgår man nästan uteslutande från mineralet zirkon, som består af 67 % zirkonjord; återstoden kiselsyra jämte något järnoxid. De äldre metoderna, som grunda sig på mineralets dekomposition med smältande alkalier äro ganska tidsödande och besvärliga, särskildt som förnyad omsmältning mången gång är af nöden, om man vill undvika allt för stora förluster, ty dekompositionen är sällan fullständig. För att underlätta mineralets pulvrisering glödgas det förut och kastas ännu glödande i vatten. De röda varieteterna bli gula eller färglösa, de bruna bli hvita. Kristallerna kunna nu utan svårighet pulvriseras i stålmortel. Sedan mineralpulvret slammats, tvättas det först med saltsyra, för att aflägsna mekaniskt inblandadt järn, och sedan med rent vatten. Efter torkning blandas det med fyra gånger sin vigt vattenfritt kolsyradt natron och inlägges i en rymlig hessisk digel, hvars insida är beklädd med en torkad massa af gaskolspulver, sammanhållet af stärkelseklister. En mindre digel tjänar såsom lock. Under en timmes tid utsättes digeln för stark hvitglödgningshetta i vindugn, får därefter svalna och sönderslås; den smälta massan har då af gaskolsbeläggningen hindrats från att angripa digelns botten och väggar. Smältan pulvriseras och behandlas med varmt vatten. Lösningen af natriumkarbonat och -silikat, jämte uppslammadt kol, afhälles från natriumzirkonat, hvilket såsom ett tungt pulver genast faller till botten. Zirkoniumföreningen behandlas på filtrum så länge med kokhett vatten, att det genomgångna vid intorkning ej lemnar någon återstod. Det nu ej längre kristalliniska pulvret, som består af zirkoniumhydrat jämte odekomponerad zirkon, behandlas med en blandning af 1 del koncentrerad svafvelsyra och 1 del vatten samt upphettas därmed tills zirkonjorden blifvit löst. Efter utspädning och filtrering fälles lösningen med amoniak och kokas därmed. Zirkoniumhydratet löses i saltsyra, och till lösningen sättes kristalliseradt natriumtiosulfat i öfverskott. Först då saltet löst sig, upphettas till kokning — iakttages ej detta försigtighetsmått fälles äfven något järnoxid. Då all lukt af svafvelsyrlighet försvunnit, är största delen af zirkonjorden utfäld jämte en del svafvel. I filtratet kan efter koncentrering en ny mängd zirkonjord utfällas med tiosulfat. Fällningen tages på filtrum, tvättas med varmt vatten, löses i saltsyra och kokas därmed tills allt svafvel samlat sig i bollar, då det frånfiltreras. Genom fällning med amoniak och kokning därmed, för att aflägsna möjligen inblandadt basiskt sulfat, erhålles zirkonjord, fri från alla förorenin-

gar utom alkalisalter; för deras bortskaffande löses hydratet i saltsyra och den utspädda lösningen fälles med amoniak *). Det af mig på sådant sätt erhållna hydratet gaf efter lösning i saltsyra och oxidation med bromvatten endast en ytterst svag reaktion på järn med rodankalium; af lerjord kunde jag ej upptäcka spår.

Wöhler ech Hermann förforo vid dekompositionen i hufvudsak på samma sätt. I stället för kolsyradt alkali använde Klaproth, Berzelius, Chevreul samt Dubois och Silveira kalihydrat i olika mängd, hvarmed dekomponerades i silfverdigel. Den afsvalnade massan behandlades så länge med vatten som kaustikt och kiselsyradt alkali gick i lösningen; det olösta zirkonatet jämte järnoxid löstes i saltsyra. Berzelius glödgade ock zirkonpulvret med kolsyradt kali samt lade därefter i midten af massan, så att platinadigeln ej skulle angripas, gång efter annan natronhydrat, som smälte och trängde sig in i den porösa massan. Efter afsvalning löstes i utspädd saltsyra, osönderdeladt zirkonpulver frånfiltrerades, lösningen indrefs till torrhet och behandlades med vatten, hvarefter kiselsyran frånskildes. Berthier smälte en blandning af en del zirkon med två delar kolsyradt natron; efter afsvalning pulvriserades massan; blandades med en del svafvel och utsattes åter för glödgning i koldigel. Efter afsvalning pulvriserades den rödgrå, blåsiga smältan och fördelades i en stor mängd luftfritt vatten. Genom dekantering afskildes svafvelnatrium jämte svafveljärn. Återstoden behandlades med utspädd saltsyra, som utdrog resten af järnet jämte något zirkonjord. Största delen af zirkonjorden bragtes sedan i lösning medels saltsyra, och kiselsyran afskildes på vanligt sätt **).

Största svårigheten vid framställandet af ren zirkonjord erbjuder järnets afskiljande. Utom några få exemplar — de som efter glödgning äro fullkomligt klara och färglösa ***) — hålla alla zirkoner såsom pigment en järnhalt af högst 2 %. I vanliga fall är därför den på något af ofvannämda sätt — Berthier's undantaget — från kiselsyra befriade zirkonjorden förorenad af järn. Den lämpligaste metoden för bortskaffandet af järnet är utan tvifvel zirkonjordens utfällning med natriumtiosulfat. Iakttager man det ofvannämda försigtighetsmåttet att kristallerna af tiosulfatet tillsättas till den kalla lösningen, och låter man dem till största delen lösa sig under det vätskan omröres, innan

*) Vid alla de tillfällen då zirkonjorden fälles med amoniak i kokning, i synnerhet då upphettningen fortsättes en längre tid, bör om möjligt platinakärl användas.

**) Se Gmelins Handbuch der Chemie 4:te Aufl. 2,325.

***) Berzelii Lehrbuch d. Ch. 5:te Aufl. 2,185.

densamma upphettas till kokning, (hvarigenom all järnklorid reduceras till klorur), kan man vara viss om att det utfälda zirkonsaltet är järnfritt. En fördel af denna metod ligger däri att man genast kan lösa fällningen i syra och ej behöfver genom glödgning bringa zirkonjorden i ett tillstånd, som gör densamma svårangriplig äfven af de starkaste syror. För kvantitativa bestämningar är denna metod ej lämplig, ty mer än omkring 90 % af zirkonjorden kan svårligen på detta sätt uttällas. För att utröna, huruvida en fullständig fällning af zirkonjorden var möjlig, behandlades en lösning af zirkonklorid, som höll 1,0765 gr. zirkonjord i 150 cc. vatten, med natriumtiosulfat i öfverskott. Därigenom utfäldes efter långvarig kokning 0,987 gr. ZrO_2 eller 91,87 %; ur filtratet erhölls efter behandling med saltsyra, koncentrering och fällning med tiosulfat 0,078 gr ZrO_2, eller 89,14 procent af hvad som då fans i lösningen *).

Berthier har föreslagit en liksom föregående för framställande af ren zirkonjord ganska vigtig, men för exakta bestämningar ej användbar metod **). Till lösningen af zirkonylklorid sättes amoniak och svafvelamonium i öfverskott. Då fällningen af zirkoniumhydrat och svafveljärn fått afsätta sig, afhälles den ofvanstående, klara lösningen och därpå tillsättes så mycket svafvelsyrlighetsvatten som är tillräckligt för svafveljärnets lösning. Då fällningen blifvit fullkomligt hvit tages zirkoniumhydratet på filtrum. — I öfverskott af svafvelsyrlighet löser sig hydratet ej obetydligt. Riktigheten af Berthier's uppgift att zirkonjorden på detta sätt fullständigt skulle kunna skiljas från järn, om lösningen af zirkonjord och järnoxid i svafvelsyrligt vatten kokas tills all fri svafvelsyrlighet bortgått, förnekas af Hermann ***) — och härmed öfverensstämmer äfven den erfarenhet, hvartill jag kommit, då jag med svafvelsyrlighet sökt skilja dessa oxider från hvarandra.

Genom att mätta en lösning af kristalliseradt sulfat eller oxiklorid med kaliumsulfat †), eller genom att koka lösningen med öfverskott af samma salt ††), utfälles ett basiskt zirkonsulfat. Detta frånfiltreras och i filtratet erhålles efter

*) Denna metod, som grundar sig på det basiska zirkonylsulfitets olöslighet i vatten, öfverensstämmer fullkomligt med ett af Chancel först föreslaget sätt att skilja lerjord från järnoxid. (Journ. f. pr. Ch. 74,471).

**) Ann. de Ch. et Ph. 50,362.

***) Journ. f. pr. Ch. 31,77. — Hermann använde ej SO_2-vatten, utan satte svafvelsyrlig amoniumoxid till en lösning af kloriden.

†) Berzelii Lehrbuch d. Ch. 5:te Aufl. 2,186.

††) Hermann Journ. f. pr. Ch. 31,76.

neutralisation med kali en ny portion zirkonjord utfäld. Det fälda basiska sulfatet, som är fritt från järn, kokas med kaustikt alkali *), hvarigenom det befrias från svafvelsyra, eller ock smältes den torkade fällningen med natronhydrat; efter smältans behandling med kallt vatten bringas det olösta zirkonatet i lösning genom behandling med saltsyra **). Är sulfatet utfäldt i köld, kan man äfven direkt lösa detsamma i syra; har fällningen skett under kokning, bringas det bäst i lösning genom smältning med kaliumbisulfat.

Ur en lösning af oxikloriden kan järnklorid afskiljas, genom kristallisation och kristallernas afsköljande med koncentrerad saltsyra ***), hvari zirkonoxikloriden är svårlöst. Hermann uppgifver att saltet efter tvänne omkristalliseringar är rent †). — Man måste emellertid arbeta med stora kvantiteter, ty förlusten af oxiklorid är stor.

Vinsyra hindrar som bekant flere metalloxiders utfällning med amoniak; till dessa hör zirkonjorden. Om man till en lösning, som håller järn och zirkonjord, först sätter vinsyra och därpå amoniak i öfverskott, erhåller man ej någon fällning. Vid tillsats af svafvelamonium utfälles järnet fullständigt såsom svafveljärn, och lösningen håller all zirkonjord. Genom svafveljärnets affiltrering och genom att indrifva filtratet till torrhet, afryka amoniumsalterna och glödga återstoden erhålles en hvit, fullkomligt järnfri zirkonjord. Vill man vid en analys skilja zirkonjord från järnoxid leder denna af Berzelius föreslagna metod säkrast till målet.

Benno Franz ††) dekomponerade vid framställandet af ren zirkonjord zirkonpulver med kaliumbisulfat. Den pulveriserade smältan behandlades upprepade gånger med kokhett, svafvelsurt vatten; återstoden utgjorde därvid ren basisk svafvelsyrad zirkonjord. Efter torkning smältes sulfatet med natronhydrat; smältan behandlades med vatten och zirkonjorden löstes i svafvelsyra.

Marignac †††) har användt en metod som i flere afseenden öfverträffar de förut omnämda och som vid tillgång på rena zirkoner lätt gifver en ren zirkonjord. Med ganska stor fördel har jag användt densamma — om ock med

*) Berzelius å anf. st.
**) Hermann å anf. st.
***) Chevreul i Anm. de Ch. et Phys. 13,245.
†) Å anf. st.
††) Ber. d. deut. Ch. Gesellsch. 1870 s. 58.
†††) Ann. de Ch. et Phys. 60,257.

någon modifikation — för framställandet af den zirkonjord som utgjort materialet vid de flesta af mina undersökningar. Det pulvriserade, med saltsyra från inblandadt järn befriade mineralpulvret, som nu ej behöfver slammas, blandas i platinadigel med 2 till 3 gånger sin vigt kaliumbifluorat. För att utdrifva kristallvattnet upphettas till en början ganska försigtigt, därefter låter man digelns innehåll smälta vid rödglödgning. Inom 15 minuter är dekompositionen verkstäld. Efter pulvrisering löses smältan i varmt vatten, hvartill satts fluorvätesyra; man upphettar till kokning i platinaskål och filtrerar varmt. Kaliumzirkonfluorid, som är lätt löslig i kokande vatten, går igenom, och på filtrum stanna kiselflourkalium samt största delen af järnet såsom svårlöst kaliumfluordubbelsalt. Till följe af dessa salters kristalliniska struktur går filtreringen mycket raskt. Ur filtratet utkristalliserar kaliumzirkonfluorid, som innehåller något järn. Moderluten koncentreras och får kristallisera tills prismor af fluorkalium börja afsätta sig. Äfven efter lösning i minsta mängd kokhett vatten och förnyad filtrering höllo såväl de afskilda kristallerna som t. o. m. deras moderlut järn, fast i högst obetydlig mängd.

Marignac, som hade tillgång på utmärkt rena, nästan färglösa zirkoner, erhöll på detta sätt kristaller af ren kaliumzirkonfluorid. Men då mina zirkoner höllo omkring 1 procent järnoxid, är lätt förklarligt att jag ej efter tvänne kristalliseringar fullständigt kunde befria zirkonföreningen från inblandad järnoxid. Jag dekomponerade därför kristallmassan med koncentrerad svafvelsyra i öfverskott, upphettade och utdref den fria syran. Blandningen af zirkonium- och kaliumsulfat, förorenade af järnsalt, löstes fullständigt i vatten; med amoniak utfäldes hydrat, som efter kokning med öfverskjutande amoniak ej innehöll svafvelsyra. Efter hydratets lösning i saltsyra, befriades lösningen fullständigt från järn genom behandling med natriumtiosulfat. Oaktadt denna metod medför den olägenheten att man är nödsakad använda platina- eller guttaperkakärl vid lösning, kristallisation och filtrering, då zirkondubbelsaltet endast vid närvaro af fri fluorvätesyra fullständigt löser sig, eger den dock företräde framför andra både genom den lätthet, hvarmed dekompositionen kan åstadkommas och den hastighet, hvarmed all kisel och större delen af järnet kan afskiljas.

Zirkoniums föreningsvärde och atomvigt.

Om zirkoniums föreningsvärde hafva åsigterna varit ganska delade, och först under de senaste årtiondena har denna fråga fått sin fullständiga lösning. Genom undersökning af tvänne af de dubbelsalter som fluorkalium bildar med zirkoniumfluorid kom BERZELIUS till det resultat, att förhållandet mellan fluor i fluorkalium och fluorzirkonium var 1 : 2 och 2 : 3. Då han genom analys af motsvarande föreningar af de närstående metallerna aluminium och järn funnit att förhållandet 2 : 3 där var regel, föranleddes han att skrifva zirkonjordens formel ZrO_3 (senare $\bar{Z}rO_3$) *). BERZELIUS uppskattade till fullo zirkonjordens analogi med kiselsyra och titansyra, men då han skref den förras formel SiO_3, låg häri ett ytterligare stöd för hans antagna formel.

GMELIN stälde i sin "Handbuch der Chemie" **) zirkonjorden bland monoxiderna, utan att dock därför anföra något skäl.

Zirkonjordens formel ZrO_2, såsom den nu allmänt antages, uppstäldes först med bestämdhet af DEVILLE och TROOST ***). De funno zirkoniumkloridens eg. vigt i gasform 8,15, då luftens eg. vigt är = 1 (eller 117,60, då vätet utgör enheten). Den efter formeln $ZrCl_4$ beräknade molekularvigten (Zr = 89,53) är 231,34; således i närmaste öfverensstämmelse med GAY LUSSAC's lag.

Till samma resultat ledde MARIGNAC's undersökningar af zirkoniumfluoridens dubbelsalter. Genom talrika, ytterst noggranna analyser har han påvisat †), att förhållandet mellan fluoren i den mera basiska delen och i zirkonfluorid vid de trenne kaliumzirkonfluoriderna är 1 : 4, 2 : 4 och 3 : 4 ††), ett förhållande som afgjordt talar för formeln $ZrFl_4$. BERZELII ofvannämda analys, hvari han fann stöd för sin zirkonjordsformel, öfverensstämmer vid en närmare granskning bäst med MARIGNAC's formel för detta salt: $3KFl + ZrFl_4$. Visserligen har MARIGNAC blott vid zink- och magnesiumdubbelsalterna funnit fullständig isomorfi med motsvarande föreningar af kisel, titan och tenn, elementer, om hvilkas 4-atomighet i dessa föreningar intet tvifvel kan råda. Andra öfverensstämmelser saknas dock ej. De båda isomorfa kalium- och amoniumdubbelsalterna med förhållandet 3 : 4 mellan fluoren bunden vid kalium och vid zirkonium hafva

*) Kongl. Vetensk. Akad. Handl. 1824 s. 306.
**) Se t. ex. 4 Aufl. 2,320.
***) Compt. rend. 45,821.
†) Ann. de Ch. et Phys. 60,257 och följ. ss.
††) BERZELIUS kände ej det första af dessa salt.

lika sammansättning som motsvarande silicium- och titanföreningar, utan att dock vara därmed isomorfa. Dessa kristallisera i kvadratiska prismor, och MARIGNAC har af titansaltet erhållit kristaller, hvilkas vinklar nästan kunna förvexlas med kubo-oktaëderns, den form hvari zirkonsaltet uppträder. De normala kalium- och amoniumzirkonfluoriderna ($2RFl + ZrFl_4$) kunna anses isomorfa med aragonit och salpeter, men då man känner att dessa äro dimorfa och i sin andra form bilda romboëdrar med 105°5′ polkantvinkel för det förra och 106°30′ för det senare saltet, på samma gång som motsvarande tennfluor- och titanfluorsalter kristallisera i romboëdrar af 107° till 108°, ligger det antagandet nära till hands att kaliumzirkonfluorid kan vara dimorf och i sin andra form öfverensstämma med tenn- och titanföreningarne.

Zirkoniums isomorfi med tenn, titan och kisel visar sig bäst i mineralerna kassiterit (SnO_2), rutil (TiO_2), zirkon (ZrO_2, SiO_2)*) och Auerbachit ($2ZrO_2, 3SiO_2$), hvilka alla ega till grundform en kvadratisk pyramid med 84°20′ till 87°7′ medelkantvinkel. Visserligen kan det synas som vore isomorfismen med kiselsyra ofullständig, då zirkon ej är en isomorf blandning af kiselsyra och zirkonjord, utan en förening af 1 molekul af hvardera, men upptäckten af Auerbachit har visat att äfven här, om ock inom trånga gränser, finnes den vexling af de konstituerande elementerna, som karakteriserar isomorfa ämnen. Den omständigheten att kiselns syreförening så bestämdt är en syra, under det zirkonjorden i regeln uppträder som en bas, utöfvar otvifvelaktigt något inflytande här vid lag.

Hvad zirkoniums öfriga föreningar angår, få äfven de sin enklaste formel genom antagandet af ett 4-atomigt zirkonium. Med klorvätesyra, bromvätesyra och salpetersyra finnas, såsom af den följande undersökningen framgår, föreningar af tre olika slag. I dessa förhåller sig mängden af syra till bas såsom 4 : 1, 2 : 1 och 1 : 1, och de kunna sålunda anses sammansatta $\overset{IV}{Zr}\overset{I}{Ac}_4$, $\overset{IV}{Zr}O . \overset{I}{Ac}_2$ och



MIXTERS och DANAS bestämning af zirkoniums egentliga värme har bestyrkt zirkonjordens allmänt antagna formel ZrO_2. Sp. värmet hos en kristallinisk blandning af 54,33 % zirkonium, 5,44 % kisel och 40,36 % aluminium var 0,1317. Då sp. värmet för aluminium är 0,2143 och för kisel 0,1710, be-

*) Ann. d. Ch. und Pharm. 169,390.

räknas zirkoniums eg. värme till 0,0666 *), och atomvärmet (atomvigten = 89,53) blir 5,962.

Zirkoniums atomvigt bestämdes redan 1824 med stor noggrannhet af BERZELIUS **). Sedan han genom analyser af oxiklorid och hydrat ej erhållit så öfverensstämmande resultat att han därmed kunde anse atomvigten bestämd, fann han i det vattenfria sulfatet ett salt, som i sex öfverensstämmande analyser visade sig bestå af 75,853 delar ZrO_2 på 100 delar SO_3. Zirkoniums atomvigt beräknas däraf till 89,46 (O = 16, S = 32,058).

Genom en analys af zirkoniumklorid och tvänne af kristalliserad oxiklorid fann HERMANN ***) Zr i medeltal = 89,53.

MARIGNAC †) erhöll vid fyra analyser af kaliumzirkoniumfluorid såsom medium talet 90,536, men anser själf resultatet något för högt och antager Zr = 90 som riktigast.

Vid mina undersökningar har jag ständigt haft uppmärksamheten riktad på att framställa en zirkonförening lämplig för atomvigtsbestämning. På goda grunder anser jag det vattenfria zirkoniumsulfatet (och det motsvarande seleniatet ifall selenens atomvigt vore med större säkerhet känd) härtill bäst passande. Hvarken zirkoniumkloriden eller oxikloriden (hvilka HERMANN härför användt) kunna med någon större fördel begagnas. Den förra kan näppeligen erhållas fri från flyktig oxiklorid (Zr_2OCl_6), på samma gång som den olägenheten att den ej består i luften nödgar till manipulationer vid analysen, som göra resultatet osäkert. Oxikloriden åter kan ej utan sönderderdelning erhållas fri från vidhängande moderlut.

Vid fluorföreningarne komma andra svårigheter. Den enkla fluoriden ($ZrFl_4$ + 3 aq.) kan såsom vattenhaltig ej gerna komma i fråga, dessutom är det ganska svårt att erhålla densamma fri från basisk fluorid. Att genom upphettning framställa vattenfritt salt lyckas ej, ty strax innan 100° förlorar den 1 molekul vatten och med de tvänne återstående gör fluoren sällskap. Af zirkoniumfluoridens dubbelsalter är kaliumsaltet $K_2.Fl_4.ZrFl_2$ det mest karakteristiska och beständiga. Som nämdt är, har MARIGNAC genom analyser däraf sökt bestämma atomvigten. Dubbelsaltet sönderdelades med konc. svaf-

---

*) Ett påtagligt tryckfel hos MIXTER och DANA är 0,6660 såsom zirkoniums sp. värme i stället för 0,0666.

**) Kongl. Vetensk. Ak. Handl. 1824 s. 302.

***) Journ. f. pr. Ch. 97,323.

†) Ann. de Ch. et Phys. 60,257.

velsyra och blandningen af zirkonium- och kaliumsulfat upphettades tills zirkonjorden förlorat sin svafvelsyra. Ur återstoden löstes kaliumsulfat med varmt vatten. Som MARIGNAC själf anmärker, äro emellertid de resultat, som härigenom erhöllos, för höga. Zirkonjorden kan ej genom tvättning befrias från allt kaliumsulfat, och då denna förorening ofta är ganska betydlig (jämför sid. 25) är metoden otillfredsställande. — Af i vatten olösliga zirkonföreningar finnes ingen, till hvilken härvidlag hänsyn kan tagas. De fås med svårighet rena från syror och alkalisalter samt sönderdelas af vatten vid långvarig tvättning.

Återstå sålunda zirkoniumsulfat och -seleniat. Båda dessa salter har jag på följande sätt framstält i ren form. Den från järn befriade fällningen af zirkonylsulfit (sid. 16) löstes i saltsyra och den utspädda lösningen fäldes — efter svaflets affiltrering – med amoniak och kokades flere timmar, under det vätskan fortfarande hölls amoniakalisk. Efter tvättning var fällningen fri från svafvelsyra. Hydratet löstes i saltsyra och den starkt utspädda lösningen fäldes med amoniak utan uppvärmning; zirkoniumhydratet tvättades därpå med kallt vatten, så länge klor kunde påvisas i filtratet. Den sålunda erhållna zirkonjorden höll knappast spår af järn; alkalier, lerjord eller syror kunde däri ej upptäckas *). Det fuktiga hydratet löstes i den rena konc. syran, som tillsattes i tillräckligt öfverskott. Vid lindrig uppvärmning blefvo lösningarne vattenklara och efter afsvalning fingo de resp. salterna utkristallisera. Efter ett par veckor hade kristallbildningen fullständigt försiggått. De erhållna kristallerna voro fullkomligt likartade och visade sig vid mikroskopisk undersökning ej innehålla spår af amorft pulver (bas. salt). För att hindra bildningen af basiskt salt blefvo kristallerna ej tvättade med vatten eller alkohol (i hvilken de, om ock endast med stor svårighet, lösas under samtidig bildning af olösligt bas. salt) utan togos på filtrum i och för den sura moderlutens frånsugande. Salterna pressades därefter skyndsamt mellan linne eller papper och upphettades i platinadigel till konstant vigt vid 300°. Vid de tvänne sista sulfatanalyserna togs saltet ur kristallisationskärlet direkt i digeln.

I. Analys af vattenfritt zirkoniumsulfat:

1)	1,5499 gr. salt lemnade efter glödgning	0,6684 gr.	=	43,126 %	ZrO_2.
2)	1,5445 „ „ „ „	0,6665 „		43,153	„
3)	2,1683 „ „ „ „	0,9360 „		43,168	„

*) Det torde knapt behöfva anmärkas att vid alla dessa operationer platinakärl användes.

4)	1,0840	gr. salt	lemnade	efter	glödgning	0,4670	gr. =	43,081	% ZrO_2.
5)	0,7913	„	„	„	„	0,3422	„	43,321	„
6)	0,6251	„	„	„	„	0,2695	„	43,113	„
7)	0,4704	„	„	„	„	0,2027	„	43,091	„

Häraf beräknas Zr = 89,53 då O = 16 och S = 32,058.

II. Analys af vattenfritt zirkoniumseleniat:

1)	1,0212	gr. salt	lemnade	efter	glödgning	0,3323	gr. =	32,540	% ZrO_2.
2)	0,8418	„	„	„	„	0,2744	„	32,597	„
3)	0,6035	„	„	„	„	0,1964	„	32,544	„
4)	0,8793	„	„	„	„	0,2870	„	32,640	„
5)	0,3089	„	„	„	„	0,1003	„	32,470	„

Häraf Zr = 90,13 då O = 16 och Se = 78,5.

Tyvärr är selenens atomvigt ej med den säkerhet bestämd, att jag kan använda serien n:o II såsom afgörande för zirkoniums atomvigt. Clarke har i "A recalculation of the atomic weights" *) sammanstält de tillförlitligaste bestämningarne af detta elements atomvigt: resultaten ligga mellan talen 78,362 och 79,174, en variation, allt för stor för att man ens på ett medeltal skulle kunna grunda någon säkrare beräkning af zirkoniums atomvigt. Snarare skulle man af ofvan anförda analyser och med tillhjälp af det från sulfatet erhållna Zr = 89,53 kunna sluta till selenens atomvigt. — Jag har i den följande framställningen endast tagit hänsyn till den förra serien och använder Zr = 89,53, ett tal som föga afviker från Berzelii.

Metalliskt zirkonium.

Metallen framstäldes först af Berzelius **). I en vid ena ändan tillsluten, vid den andra med ett rörligt lock försedd järncylinder inlades hvarftals vattenfri kaliumzirkonfluorid och metalliskt kalium, hvarefter cylindern upphettades till kaliums smältpunkt. Under tiden omrördes massan med en ståltråd. Därefter påsattes locket, och cylindern upphettades till begynnande rödglödgning. Då massan efter afsvalning behandlades med vatten, löste sig kaliumfluorid, och zirkonium återstod såsom ett svart pulver, som kunde tvättas med kokhett

*) i Smithson. Miscell. Collect. 444,179.

**) Kongl. Vetensk. Akad. Handl. 1824 s. 300.

vatten utan att söderdelas. Torkadt var det ett kol-likt pulver, som vid rifning mot ett hårdare ämne ej visade någon metallglans. Det var ytterst lätt antändbart och brann med stor häftighet ej blott i luften utan i vätgas, ja, i vacuum. Orsaken härtill är, att det var intimt blandadt med zirkoniumhydrat, hvars hydratvatten vid upphettning verkade oxiderande på en del zirkonium. Hydratet bildades därigenom att vid lösningen uppkommet kalihydrat inverkade på oangripet zirkonfluorsalt. För att befria metallen från denna inblandning behandlades densamma med en utspädd lösning af klorvätesyra. Efter några timmars upphettning till 40° var allt hydrat bortskaffadt, och syran angrep blott obetydligt metallen. För att hindra det ytterst fint fördelade metallpulvret att gå igenom filtrum, uttvättades det till en början med salmiaklösning, och därpå, när all zirkonklorid var bortskaffad, med alkohol. Den sålunda framstälda rena metallen var ett amorft svart pulver, som under polerstålet lät sammantrycka sig till grafitlika fjäll, som visade en mörkt järngrå glans och ej ledde elektricitet. Upphettas zirkonium i luften, förbrinner det under stark glans, och innan glödgning inträdt, till zirkonjord. Förmodligen i följd af det fint fördelade tillstånd, hvari zirkoniumpulvret afskiljes, fattar det eld, om det efter upphettning i vacuum får svalna och sedan utsättes för luftens inverkan. Af klorsyradt och salpetersyradt kali oxideras det vid upphettning; intimt blandadt med kaliumklorat fattar det eld vid slag. Syror angripa icke vid vanlig temperatur; vid uppvärmning löses metallen af saltsyra och svafvelsyra under vätgasutveckling. Hvarken salpetersyra eller kungsvatten ega någon starkare frändskap till metallen; fluorvätesyra däremot löser den t. o. m. utan uppvärmning.

Ur zirkonjord reduceras metallen lätt genom upphettning med magnesium; reduktionen eger rum i det ögonblick då den tillsatta metallen smälter. Phipson *) erhöll på detta sätt zirkonium såsom ett svart pulver, hvilket genom behandling med utspädd saltsyra befriades från magnesium.

Becquerel **) har framstält zirkonium genom att leda en elektrisk ström genom en koncentrerad lösning af oxikloriden, hvartill satts något järnklorid; vid negativa polen afsatte sig 4-sidiga, stålgrå taflor. Då ren oxiklorid användes, erhölls ej något zirkonium.

---

*) Journ. f. pr. Ch. 96,447.
**) Ann. de Ch. et Phys. 48,337.

Kristalliseradt zirkonium har äfven framstälts af TROOST *) genom att till järnets smältpunkt upphetta kaliumzirkonfluorid med 1 ½ vigtsdel aluminium i en digel af gaskol. Sedan massan efter afsvalning behandlats med en blandning af 2 delar vatten och en del saltsyra, återstodo breda kristallblad af zirkoniummetall. Är temperaturen ej tillräckligt hög, bildar sig en legering af zirkonium med aluminium och kisel. Kristallerna äro spröda, hårda och ganska glänsande; till färg och glans liknande antimon; egentliga vigten är 4,15. Kristalliseradt zirkonium har stor motståndsförmåga mot reagentier: det tål glödgning i luften utan att förbrännas; smältande kaliumklorat och -nitrat äro utan inverkan. Smältande kalihydrat angriper däremot metallen under bildning af zirkonjord. Till syror förhåller den sig såsom amorft zirkonium.

"Grafit-zirkonium" erhöll TROOST *) genom att låta järn vid kopparns smältpunkt inverka på natriumzirkonat. Metallen bildade små, klyfbara, mycket lätta blad af stålgrå färg.

Vid försök att reducera zirkoniumklorid i vätgasström har jag framstält zirkonium, till utseendet närmast öfverensstämmande med TROOST's "Grafit-zirkonium." Tyvärr var den mängd, jag deraf erhöll, så ringa att jag ej varit i tillfälle att närmare studera den framstälda produkten. Zirkoniumklorid, på vanligt sätt framstäld genom inverkan af torr klorgas på en intim blandning af zirkonjord och sockerkol, fick långsamt sublimera i vätgasström. Det nära 2 meter långa förbränningsrör, hvari zirkonkloriden hade afsatt sig, upphettades på en längd af 1 dec. m. starkt med tillhjälp af tvänne gasbrännare, under det gasblandningen långsamt passerade därigenom. Vid det ställe, där förbränningsröret var glödande, afsatte sig småningom en svart metallspegel. När efter tvänne timmar omkring 1,5 gr. klorid passerat igenom, var glaset belagdt med ett metallglänsande öfverdrag, till färgen svart med ringa dragning åt tombacksbrunt. Utbytet var emellertid så ringa att jag, efter att hafva krossat röret och med knif afskrapat det bladiga, här och där liksom skrumpnade öfverdraget, endast hade 4 mgr. till mitt förfogande. I luften syrsattes den sålunda framstälda metallen knappast vid glödgning; efter oxidation med en smältande blandning af kolsyradt natron och salpeter erhölls zirkonjord.

*) Journ. f. pr. Ch. 97,171.

Zirkoniums förening med syre: ZrO_2.

Som zirkonium alltid visar sig såsom en 4-atomig metall — aldrig uppträdande med dubbelatom — bildar den ej mer än en oxid, ZrO_2. Ur sina föreningar med syror utfälles zirkonjorden af kaustika alkalier såsom hydrat. Före rödglödgning förlorar hydratet sitt vatten och öfvergår till zirkonjord. Hela massan förglimmar oftast omedelbart därefter, som om den toge eld. Innan vattnet fullständigt bortgått mörknar zirkonjordens färg för ett ögonblick. Alla zirkonföreningar med flyktiga syror lemna vid tillräckligt stark upphettning zirkonjord.

Ren zirkonjord är ett hvitt, för känseln sträft pulver af 5,628 eg. vigt vid 10° C. *). Den är så hård att den repar glas, smälter ej vid starkaste glödgning och lyser med stark glans, då den upphettas för blåsrör. Håller den alkali, såsom då hydratet utfälles med kali eller natron, sintrar zirkonjorden vid upphettning tillsamman till en hård porslinsartad massa med mera matt glans än den rena oxiden.

Då A. E. Nordenskiöld glödgade zirkonjord, framstäld ur katapleït, tillsammans med borax i en Rörstrands porslinsugn och efter afsvalning behandlade smältan med saltsyrehaltigt vatten, återstod ett färglöst, väl utbildadt kristallpulver med 5,71 eg. vigt **). Kristallerna, som vid analys visade sig bestå af ren zirkonjord, angrepos endast med svårighet af svafvelsyra, men löstes efter smältning med kaliumbisulfat. Under mikroskopet syntes en kombination af längre eller kortare kvadratiska prismor och pyramider. Då zirkonjorden framstälts ur zirkon från Expailly eller ur eudialyt, erhöllos öfverensstämmande resultat, blott var eg. vigten därvid resp. 5,742 och 5,624. Zirkonjorden visade sig vara isomorf med rutil, kassiterit och zirkon.

Michel-Lévy och Bourgeois ***) hålla före, att i kvadratiska systemet kristalliserad zirkonjord bildas vid stark glödgning under några få minuter af zirkon (mindre än 0,010 gr.) med tiodubbla vigten soda. Jag har under samma omständigheter endast erhållit hexagonala kristaller, utan tvifvel till allra största delen bestående af natriumzirkonat.

---

*) Berzelius har däremot uppgifvit 4,3, Berlin 4,9, Hermann 5,45 och Sjögren 5,5, utan angifvande af temperatur.

**) Pogg. Ann. 114,625.

***) Compt. rend. 94,812.

Den glödgade, från hydratvatten befriade, zirkonjorden löser sig endast i svafvelsyra och fluorvätesyra. Bäst bringar man den i lösning genom den fint pulvriserade jordens behandling med lika delar vatten och koncentrerad svafvelsyra. Blandningen upphettas och öfverskott af syra afrykes, då i vatten lösligt zirkoniumsulfat återstår. Zirkonjordens löslighet i svafvelsyra skall enligt HERMANN *) befordras genom tillsats af något natriumsulfat. Genom digerering med fluorvätesyra, eller bättre genom smältning med fluoramonium, bildas i fluorvätehaltigt vatten löslig zirkonfluorid. Efter smältning med kaustika eller kolsyrade alkalier löser sig zirkonjorden äfven i saltsyra, beroende därpå att vid smältningen bildas af syra lösligt alkalizirkonat.

Zirkonhydrat:

Hydratet är en hvit, voluminös massa; fäldt i köld ur svafvelsur lösning är det geléartadt och innehåller svafvelsyra (såsom basiskt sulfat), hvarifrån det kan befrias, genom att under flere timmar kokas med alkali. Det löser sig lätt i starkare såväl koncentrerade som utspädda syror. Endast när det en tid kokats, eller då det tvättats med kokhett vatten, angripes det mindre lätt. Torkadt krymper det tillsamman och bildar half-genomlysande klumpar, som med stor svårighet lösas af syror.

Hydratet har stor benägenhet att vid utfällning ur moderluten upptaga främmande ämnen, såsom alkalier och metallsalter, från hvilka den ej genom tvättning kan befrias. Redan BERZELIUS har anmärkt att analyser af zirkon gåfvo för hög zirkonjordshalt, därför att den af amoniak, vid närvaro af alkalier, fälda jorden höll alkalisalt **). Då denna omständighet ej är utan vigt, särskildt vid mineralanalyser, meddelar jag några försök som jag häröfver anstält.

En lösning af zirkonylklorid delades i 4 lika stora delar; hvardera utgjorde 60 cc.

1) Vid fällning med amoniak och upphettning till kokning erhölls 0,2650 gr. ZrO_2 = 100,00 procent.

*) Journ. f. pr. Ch. 31,75.

**) Pogg. Ann. 4,134.

2) Lösningen gjordes alkalisk med rent kalihydrat och upphettades till kokning. Fällningen tvättades så länge filtratet efter afdunstning lemnade någon återstod. 0,2747 gr. = 103,66 procent ZrO_2 erhölls.

3) Lösningen försattes med 1 gr. klorkalium och fäldes med amoniak. Fällningen behandlades som i 2). 0,2654 gr. = 100,15 procent ZrO_2 erhölls.

4) Lösningen försattes med 10 gr. klorkalium och behandlades såsom föregående. Därvid erhölls 0,2778 gr. = 104,83 procent ZrO_2.

Häraf framgår att man vid fällning af zirkonjord med kali- och natronhydrat ej erhåller densamma fri från alkali, samt att vid användandet af amoniak de fasta alkaliernas salter öfva ett likartadt inflytande; är alkalihalten mindre blir zirkonjorden renare.

I köld fälles zirkonjorden först efter någon tid fullständigt af amoniak. För att utröna zirkonsalters löslighet i en amoniakalisk vätska anstäldes följande försök. Af kristalliseradt salt, antingen oxiklorid eller sulfat, bereddes en lösning i vatten; däraf afsattes med en byrett, indelad i tiondedelar af kubikcentimeter, följande portioner:

Zirkonylkloridlösning cc.	Kaust. ak. cc.	Salmiak cc.	Vatten cc.	Totala volumen cc.	Timmar *)	Fäld ZrO_2 gr.	ZrO_2 i %.
15	5	—	—	20	1/6	0,329	97,34
15	5	—	—	20	22	0,332	98,22
15	5	—	105	125	22	0,3305	97,78
15	10	—	100	125	22	0,3355	99,26
15	5	5	105	125 +	22	0,338	100
15	5	—	105	125	1/3 (i kokning)	0,338	100
Lösning af zirkoniumsulfat cc.							
20	5	—	100	125	1/6	0,277	97,71
20	5	—	100	125	48	0,278	98,06
20	5	—	100	125	1/3 (i kokning)	0,2835	100

Af dessa försök finner man att ju längre tid fällningen får stå, desto fullständigare försiggår densamma. Öfverskott af amoniak påskyndar, och utspädning med vatten hindrar utfällningen. Närvaron af amoniaksalter synes här, som vid lerjordens salter, bidraga till ett fullständigt utfällande af hydratet.

*) Under hvilka fällningen fick stå, innan den filtrerades och tvättades.

1. **Zirkonylhydrat:** $ZrO(OH)_2$.

Allt efter de förhållanden, under hvilka hydratet torkas, håller det olika mängd vatten. Ofvanstående formel tillkommer hydrat, som torkats vid 100° tills konstant vigt erhölls.

Analys. 1) 0,257 gr. vid 100° torkadt zirkonhydrat, som i köld utfälts med amoniak ur en lösning af oxiklorid och tvättats med kallt vatten, förlorade vid glödgning 0,033 gr.

2) 0,4465 gr. vid samma temperatur torkadt hydrat, fäldt med amoniak i kokning och tvättadt med varmt vatten, förlorade vid glödgning 0,055 gr.

I procent:	Funnet: 1	Funnet: 2	Beräknadt:
ZrO_2	87,16	87,68	87,10
H_2O	12,84	12,32	12,90.

Berzelius *) erhöll 12,89 procent vatten och Paykull **) i medeltal af tre analyser 13,49 procent.

2. **Zirkonhydratet:** $ZrO(OH)_2 + Zr(OH)_4$.

Vid 80° tyckes sammansättningen närmast öfverensstämma med denna formel.

Analys. 0,285 gr., vid nämda temperatur till konstant vigt torkadt hydrat, förlorade vid glödgning 0,057 gr.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
ZrO_2	82,77	81,82
H_2O	17,23	18,18.

Samma resultat erhöll Paykull vid analys å hydrat, som han torkat öfver svafvelsyra i luftförtunnadt rum. Paykull har emellertid senare visat att hydratet, då det utan föregående torkning förvaras i luften, därur upptager kolsyra ehuru i ringa mängd ***).

*) Kongl. Vetensk. Akad. Handl. 1824.
**) Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. B. 30 N:o 6,27.
***) „ „ „ „ „ „ B. 35 N:o 7,53.

Zirkoniums föreningar med svafvel, kol och kväfve:

Svafvelzirkonium.

Då Berzelius upphettade zirkonium med svafvel i vätgas-atmosfär, förändrade det sig under värmeutveckling till ett kanelbrunt pulver, som ej under polerstålet antog någon glans *). Hvarken svafvelsyra, salpetersyra eller saltsyra angriper detsamma, kungsvatten inverkar endast med svårighet, lätt löses det däremot af fluorvätesyra. Af smältande kaustika alkalier sönderdelas det. Kalihydratet och svafvelzirkonium bilda därvid zirkonjord och svafvelkalium.

Fremy **) framstälde en likartad förening (som dock möjligen äfven innehöll syre) genom upphettning af zirkonjord i kolsvaflegas.

Paykull erhöll äfven en kanelbrun förening af zirkonium med svafvel, då han sublimerade zirkoniumklorid i vätesvafle-atmosfär. Vid upphettning förbrann den lätt till zirkonjord och svafvelsyrlighet, och af salpetersyra samt kungsvatten angreps den lifligt. Föreningen var dock ej alldeles fri från zirkonjord ***).

Zirkonium och kol.

Då Berzelius reducerade kaliumzirkoniumfluorid med kolhaltigt kalium, erhöll han ett pulver, som till det yttre liknade zirkonium, men som vid lösning i fluorvätesyra lemnade kol och vid behandling med saltsyra utvecklade en gas af samma lukt som förmärkes, då tackjärn löses i syra. Vid förbränning lemnade det grå zirkonjord, som innehöll oförbrändt kol *).

Zirkonium och kväfve.

Då Mallet †) i en kalkdigel smälte amorft zirkonium med aluminium, och digeln under smältningen fått en spricka, innehöll den efter afsvalning en mörkgrå massa med insprängda aluminiumkorn. Efter behandling med saltsyra återstodo gula, glänsande tärningar, inbäddade i en färglös glasmassa.

---

*) Kongl. Vetensk. Akad. Handl. 1824 s. 300.

**) Ann. de Ch. et Phys. [3] 38,326.

***) Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. B. 30 N:o 6,23.

†) Journ. f. pr. Ch. 80,38.

Tärningarne utvecklade amoniak vid smältning med alkalier. Samma zirkoniumförening erhöll MALLET, då zirkon starkt glödgades i en ström af amoniakgas. En gråbrun eller svart kropp bildades, som visade nyss nämda reaktion till smältande alkalier, och som vid upphettning i luften lätt antändes.

Zirkoniums salter:

Zirkonjorden ingår föreningar både med syror och baser. Företrädesvis har den dock karakteren af en basbildare, och endast i förening med alkalier samt andra starka baser är den i stånd att spela rolen af en syra. Zirkonjordens föreningar med syror äro dels lösliga dels olösliga i vatten; i senare fallet sönderdelas de emellertid af starkare syror. Med många, särskildt de starka oorganiska syrorna, kan zirkonjorden bilda föreningar i flere förhållanden. De därvid bildade, vanligen mer eller mindre basiska, salterna äro ej sällan lösliga i vatten. Såvida den ingående syran ej ger dem sin färg, äro salterna färglösa. Deras lösningar hafva en rent sur smak, fällas ej af vätesvafla och karakteriseras — särskildt kloriden — genom den orangeröda färg, de gifva gurkmejpapper, äfven då fri syra är närvarande. Emellertid synes BRUSH's uppgift, att denna reaktion är så karakteristisk att 1 del zirkonsalt löst i 5000 delar vatten tydligt färgar papperet, vara öfverdrifven *). De i vatten olösliga salterna äro i allmänhet hvita, hydratet liknande, fällningar, som bildas då syran, eller ett alkalisalt däraf, sättes till oxikloriden, sulfatet eller ett annat lösligt salt. Vid glödgning sönderdelas de salter som hålla flyktiga syror, och ren zirkonjord återstår.

I denna framställning gifves namnet *zirkonium*-föreningar åt sådana salter, där $\overset{IV}{Zr}$ utgör den positiva radikalen; benämningen *zirkonyl*-salter användes då $\overset{II}{ZrO}$ intager samma plats. Salter, där förhållandet mellan zirkonjord och syra är större än i dessa, nämnas *basiska zirkonyl*-salter. Namnet *zirkon*-salt användes då den rationela sammansättningen lemnas oafgjord.

Till reaktionsmedel förhålla sig lösningar af zirkonsalt på följande sätt. *Kaustikt kali* och *natron* fälla hvitt, flockigt, i öfverskott af fällningsmedlet olösligt hydrat, som ej genom tvättning kan befrias från en ringa halt af al-

*) Journ. f. pr. Ch. 62,7.

kali. *Amoniak* eller *svafvelamonium* fäller hydrat, förorenadt af basiska salter, från hvilka hydratet befrias genom långvarig kokning med amoniak. Fällningen är olöslig i öfverskott af fällningsmedlet samt i amoniumsalter. Vinsyra hindrar hydratets utfällning af alkalier. *Kolsyrade alkalier*, neutrala och sura, fälla hvita, voluminösa basiska karbonater, fullständigt lösliga i öfverskott af karbonatet endast såvida zirkonsaltet var rent, eller fällningen åtminstone ej innehöll några i öfverskott af alkalikarbonat olösliga oxider. *Svafvelsyrlig amoniumoxid* förhåller sig på samma sätt. *Oxalsyra* och *alkali-oxalater* fälla ur lösningar, som ej hålla någon större mängd af fri syra, en hvit fällning, hvilken dock redan i ganska ringa öfverskott af oxalsyra genast löses. I starkt sura lösningar erhålles däremot alldeles ingen fällning. *Ferrocyankalium* ger i lösningar, som ej hålla fri syra, en i gulgrönt stötande, slemmig fällning. *Ferricyankalium* är utan märkbar inverkan. *Kaliumsulfat* i öfverskott ger med zirkonsalter en hvit, pulverformig fällning af basiskt sulfat, något löslig i vatten, lättare i syra. I en koncentrerad lösning af kaliumsulfat är fällningen ej fullkomligt olöslig. Motsvarande natriumsalt ger ej någon sådan fällning. *Natriumtiosulfat* fäller ur kokande lösningar basiskt zirkonylsulfit; dock är fällningen icke fullständig. *Bernstensyrade* och *benzoësyrade alkalier* fälla hvita salter. *Galläppletinktur* ger i koncentrerade lösningar en riklig, gul, geléartad fällning, löslig i öfverskott af tinkturen. Zirkoniums oxid och salter lysa, vid upphettning på kol, mycket starkt och antaga med *koboltsolution* en smutsigt violett färg. Smält tillsammans med *borax* eller *fosforsalt*, löses zirkonjorden till ett klart glas, som, vid full mättning, efter afsvalning är mjölkhvitt *). Af *smältande kolsyrade alkalier* sönderdelas zirkonsalter så småningom, under bildning af alkalizirkonat. Zirkonföreningar gifva vid glödgning ett spektrum med följande karakteristiska linier: 6127 i den röda, 4815, 4771, 4738, 4709 och 4686 i den blå delen (THALÉN).

*) BERZELIUS: "Om Blåsrörets anv. i Kemi och Min." sid. 86.

I. Zirkoniums föreningar med baser.

Natriumzirkonat: $Na_2 . O_2 . ZrO$.

Då zirkonjord eller dess salter smältes med kolsyrade alkalier, utdrifver den kolsyra ur karbonatet och bildar alkalizirkonat. Genom att bestämma den bortgångna kolsyran har jag funnit, att vid användande af soda i öfverskott bildas föreningen $Na_2 . O_2 . ZrO$. Äfven vid upphettning till högsta möjliga temperatur för en å härvarande laboratorium befintlig vattenbläster — ljus rödglödgning — under 2 ½ timmes tid, har jag ej erhållit någon mera basisk förening.

Då jag använde 0,1 gr. ZrO_2 och tiodubbla vigten soda, förlorades efter 15 minuters stark upphettning jämt den ekvivalenta mängden kolsyra, oberäknadt 0,006 gr., som utgjorde förlusten, då 1 gr. kolsyradt natron upphettades under samma förhållanden. Då 0,1738 gr. ZrO_2 och soda i samma propotion som förut användes, utdrefs en molekul kolsyra (på 1 mol. ZrO_2) först efter 30 minuter — ⅓ af kolsyran bortgick redan efter 5 minuter. Smältan upphettades därefter under 2 timmar vid samma höga temperatur: vigtsförlusten blef högst obetydlig och den samma som vid smältning af soda.

Enligt Hiortdahl finnes en mera basisk förening med natron, $Na_4 . O_4 . Zr$; för dess framställande upphettade han zirkonjord med öfverskott af soda under sex timmar till hvitglödgning *).

Då smältan af soda och natriumzirkonat behandlas med kallt vatten, erhålles, jämte zirkonjord såsom ett amorft pulver och i flockar, en kristallinisk återstod, som under mikroskopet visar sig bestå af hexagonala taflor. Af saltsyra lösas dessa kristaller — åtminstone de allra flesta **) — lättare än det amorfa pulvret; behandlas blandningen med kokhett vatten, minskas kristallernas antal, medan den amorfa, af saltsyra olösta återstoden ökas.

Som jag ej lyckats erhålla dessa kristaller fria från inblandad zirkonjord, har jag ej genom analys kunnat med säkerhet afgöra, huruvida de uppkommit först vid smältans behandling med vatten, eller om de äro ofvannämda, vid

*) Ann. der Ch. u. Phys. 137,34.

**) Några få af dessa hexoganala kristaller, som äro betydligt större och tunnare samt med hvarandra nästan alltid förvuxna, tyckas företrädesvis vara svårangripliga af syran. Huruvida dessa äro identiska med de af Michel-Lévy och Bourgeois (i Compt. Rend. 94,812) beskrifna kristallerna af zirkonjord (framstälda genom att smälta zirkon med 2 ggr dess vigt soda), må tills vidare lemnas oafgjordt.

smältningen bildade natriumzirkonat: $Na_2 . O_2 . ZrO$. Utom nyss nämda reaktioner talar följande försök för det senare alternativet. 0,1338 gr. zirkonjord smältes för blästern med tiodubbla vigten kolsyradt natron under 30 minuter, smältan behandlades med kallt vatten och det olösta tvättades därmed på filtrum, så länge filtratet gaf tydlig alkalisk reaktion. Zirkonjorden hade därvid upptagit så mycket alkali, att dess vigt efter torkning och glödgning utgjorde 0,1773 gr. — vigtstillökningen var sålunda = 0,0435 gr. Genom upprepad behandling med varm utspädd saltsyra löstes 0,0767 gr. klornatrium (motsv. 0,0407 gr. Na_2O) och 0,0789 gr. ZrO_2. Då glödgad zirkonjord ej löses i saltsyra, gick endast den zirkonjord i lösning, som fans förenad med natron. I procent bestod sålunda natriumzirkonatet af:

		Beräknadt ur formeln $Na_2 . O_2 . ZrO$:
Na_2O	34,03	33,81
ZrO_2	65,97	66,19.

Den ringa del af det kristalliserade pulvret, som motstår inverkan af syror, består troligen af ren zirkonjord, som antingen efter zirkonatets sönderdelning behållit dess kristallform, eller ock direkt bildats vid smältningen.

Hiortdahl samt Mellis *) uppgifva olika sammansättning för den produkt, som återstår, då en smälta, som erhållits vid dekomposition af zirkon med natriumkarbonat, behandlats med vatten. Den förre erhöll $Na_2O, 8ZrO_2 + 12$ aq., den senare $Na_2O, 8ZrO_2, SiO_2 + 11$ aq. Vid användandet af kaliumkarbonat erhöll Mellis $K_2O, ZrO_2, 2SiO_2$. Antagligt är att dessa produkter utgöra en blandning af alkalizirkonat med zirkonjord eller zirkon.

Calcium- och magnesiumzirkonater.

Då en blandning af zirkonjord och kiselsyra glödgades med öfverskott af klorcalcium, erhölls efter massans behandling med vatten och något saltsyra (hvarvid kiselsyra afskildes) ett glänsande kristalliniskt pulver af calciumzirkonat, som dock alltid var förorenadt af amorf zirkonjord, så att någon tillförlitlig analys ej kunde verkställas **).

Likaså erhöll Hiortdahl vid hvitglödgning af magnesiumklorid med zirkonjord och kiselsyra, under tillsats af något salmiak, en kristallinisk förening

*) Zeitschr. f. Ch. [2] 6,296.

**) Hiortdahl i Ann. d. Ch. und Pharm. 137,236.

mellan talk och zirkonjord. Därmed voro kristaller af periklas — MgO — intimt blandade, hvilket omöjliggjorde en tillförlitlig analys. Det bildade saltet visade karakteristiskt utbildade, rombiska prismor med ett par af ytor särdeles väl utvecklade.

II. Zirkoniums föreningar med syror.

A. Haloidsalter.

Med klor, brom och fluor ingår zirkonium normala föreningar, hvari finnas fyra atomer haloid. Zirkoniumklorid och -bromid kunna endast framställas på torra vägen; af vatten sönderdelas de genast i kristalliserbart oxisalt (zirkonylföreningar) och fri vätesyra. Zirkoniumfluoriden existerar däremot i vattenlösning, såvida fri syra finnes närvarande. Af cyanföreningar är blott zirkonylsalt kändt. Förutom de kristalliserade zirkonylsalterna, där *en* atom syre ersätter *två* atomer klor, brom etc., finnas ännu mer basiska, i vatten lösliga salter, som bildas af zirkonylföreningarne vid upprepad lösning i vatten och afdunstning.

Zirkonklorider:

1) Zirkoniumklorid: $ZrCl_4$.

Då man glödgar en blandning af zirkonjord och kol i klorgas-ström, erhålles ett hvitt sublimat af zirkoniumklorid. Upphettningen sker lämpligast i ett svårsmält glasrör, då kloriden afsätter sig i rörets kallare del. Äfven om en blandning af pulveriserad, järnfri zirkon och kol upphettas i klorgas, bildas, enligt Wöhler, zirkoniumklorid jämte lättare flyktig kiselklorid.

Den sublimerade kloriden är en hvit, i luften rykande kristallmassa. Af luftens fuktighet sönderdelas den småningom under bildning af oxiklorid, hvilken äfven efterhand utbyter klor mot hydroxyl. Sålunda var förhållandet mellan zirkonium- och klor-atomerna i ett preparat af zirkoniumklorid, som under något öfver ett års tid förvarats i ett i ena ändan öppet glasrör, 1 : 1,503, hvaraf saltets sammansättning $ZrOCl_2 + ZrO\genfrac{}{}{0pt}{}{Cl}{OH} + naq$. Kastad i vatten fräser kloriden under stark värmeutveckling; lösningen håller zirkonylklorid och saltsyra.

I köld absorberar zirkoniumklorid amoniak; föreningen är, enligt Paykull *), obeständig och af vexlande sammansättning.

Analys. Zirkoniumklorid, som långsamt fått sublimera i vätgas-ström, indrefs med tillhjälp af en gasbrännare i en del af glasröret, som på förhand gjorts därtill passande, och insmältes under det en kolsyre-ström leddes därigenom. Glasröret öppnades och kloriden löstes i vatten. 0,323 gr. $ZrCl_4$ lemnade vid fällning med amoniak och fällningens kokning därmed zirkonhydrat, som efter glödgning gaf 0,174 gr. ZrO_2. Ur filtratet fäldes efter tillsats af salpetersyra och silfvernitrat 0,777 gr. AgCl.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
Zr	39,69	38,70
Cl	59,49	61,30
	99,18	100,00.

Förlusten i analysen förorsakades däraf, att glasröret ej kunde öppnas under vatten, utan i luften. Vid behandling med vatten uppkom genom den lifliga reaktionen en förlust af klor (i form af saltsyra). Hermann och Paykull hafva förut analyserat detta salt.

Dubbelsalter af $ZrCl_4$.

$2ZrCl_4 + PCl_5$. Genom inverkan af fosforpentaklorid på zirkoniumklorid eller zirkonjord erhöll Paykull en karakteristisk förening af formeln $2ZrCl_4 + PCl_5$, som vid omkring 240° smälter till en vattenklar vätska, hvilken vid 325° kan destilleras. Vid vanlig temperatur är det en strålig, silfverhvit kristallmassa, som af vatten sönderdelas under afskiljande af zirkonfosfat.

$2KCl + ZrCl_4$. Då kloriden sublimerade öfver klorkalium, smälte detta salt betydligt lättare än vanligt. Smältan hölls en längre tid upphettad till svag rödglödgning, och innan den analyserades, leddes en kolsyre-ström igenom, för att utdrifva möjligen inblandad zirkoniumklorid. Vid starkare upphettning kunde föreningen bringas i kokning. Om zirkoniumklorid fick afsätta sig i öfverskott i den del af röret, där dubbelsaltet bildades, och blandningen sedan upphettades, tycktes zirkoniumkloriden smälta — den sublimerar eljes direkt — och den öfversta delen af saltet kom snart i stark kokning, under det zirkonklorid afsatte sig i den kallare delen af röret. Efter en tid var smältpunkten

*) Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förh. B. 30, N:o 6,22.

åter densamma som förut; zirkoniumklorid hade bortgått, och det förra, svårsmältare dubbelsaltet återstod. Tvänne föreningar finnas utan tvifvel, af hvilka den ena, som är zirkoniumrikare, smälter redan omkring 250° och är mycket obeständig.

Analysen utfördes så, att dubbelsaltet, som insmälts i en del af glasröret, löstes i vatten; zirkonjorden fäldes med amoniak och filtratet indrefs till torrhet, då klorkalium återstod. 1,431 gr. salt salt lemnade 0,431 gr. ZrO_2 och 0,625 gr. KCl.

I procent:	Funnet:	Formeln $5KCl + 2ZrCl_4$	och $2KCl + ZrCl_4$
Zr	22,19	21,43	23,53
KCl	43,67	44,62	39,19.

Det analyserade saltet var icke fullkomligt rent, utan innehöll öfverskott af klorkalium, sannolikt i följd däraf det bildade dubbelsaltet delvis sönderdelats. Ehuru analysen bäst öfverensstämmer med den förra formeln är saltets sammansättning sålunda utan tvifvel $2KCl + ZrCl_4$, analog med natriumföreningen.

$2NaCl + ZrCl_4$. Då Paykull sublimerade zirkoniumklorid öfver klornatrium, erhöll han detta salt, som vid möjligast låga temperatur befriades från öfverskjutande zirkoniumklorid.

2) Zr_2OCl_6.

Genom upprepad sublimering af kloriden erhöllo Deville och Troost *) en flyktig oxiklorid af denna sammansättning, sålunda analog med den under liknande förhållanden bildade $Si_2O\,Cl_6$.

3) **Zirkonylklorid:** $ZrOCl_2 + 8aq$.

Vid zirkoniumkloridens lösning i vatten, eller då hydratet behandlas med saltsyra och lösningen afdunstas, anskjuta prismatiska, sidenglänsande kristaller af s. k. oxiklorid. Kristallerna bilda, i synnerhet då afdunstningen sker långsamt, vackra stjärnformiga grupper **). De lösas ytterst lätt i vatten och äfven i alkohol, mindre lätt i koncentrerad saltsyra, hvarför en koncentrerad lösning af kloriden fälles, då den indroppas i stark saltsyra (såsom ett amorft pulver med 6 ½ mol. vatten enligt Paykull). Kristallerna äro föga bestän-

*) Compt. rend. 73,575.

**) Vauquelin's uppgift, att kristallerna vid närvaro af något kiselsyra bli kubiska och därvid sakna någon större konsistens, beror på ett misstag (Ann. de Ch. 22,179).

diga, så att de ganska snart bli ogenomskinliga och förlora både en del af sin klorhalt och af kristallvattnet. Vid starkare upphettning återstår ren zirkonjord. Utan tvifvel är "trefaldt basisk klorzirkonium-zirkonoxid," eller $2ZrOCl_2 + ZrO_2$, en produkt, som HERMANN uppger bildas vid lindrig upphettning af oxiklorid och som är olöslig i vatten, att betrakta som en blandning af zirkonjord och basisk zirkonylklorid.

Analys. 0,623 gr. kristalliseradt salt, som raskt torkats mellan papper, löstes i vatten. 0,238 gr. ZrO_2 utfäldes med amoniak; ur filtratet erhölls efter tillsats af salpetersyra och silfvernitrat 0,5457 gr. AgCl.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
Zr	28,14	27,94
Cl	21,66	22,12
$O + H_2O$	50,20	49,94.

Ett härmed öfverensstämmande resultat lemna 3 analyser, som PAYKULL utfört. HERMANN och efter honom NYLANDER använda formeln $ZrOCl_2 + 9aq.$, och MELLIS uppger att "HERMANNS zirkonoxyklorid" håller 4 $^1/_2$aq. *). För riktigheten af ofvanstående formel ($ZrOCl_2 + 8aq.$) talar dessutom dels öfverensstämmelsen med bromid och jodid, dels de af NYLANDERS analyser som äro utförda å ren oxiklorid, ty, ehuru ganska mycket differerande sinsemellan, närma dessa sig dock på det hela taget mest den af PAYKULL uppstälda formeln (se sid. 8).

Dubbelsalter af $ZrOCl_2$.

De försök, jag gjort att framställa dubbelsalter mellan zirkonylklorid och andra klorider, hafva blott bidragit att konstatera zirkonföreningarnas obenägenhet att bilda kristalliniska föreningar med andra salter. Klorkalium och zirkonylklorid afvägdes; lösningar af dessa salter blandades med hvarandra i det förhållande att klorhalten i båda var densamma. Efter frivillig afdunstning afsatte sig omkring kristallisationskärlets kanter tydliga kristaller af oxiklorid och vid dess botten kuber af klorkalium. Samma utgång hade ett försök af framställa föreningen $KCl + ZrOCl_2$. Kvicksilfverklorid och oxiklorid hafva ej häller kunnat förmås att kristallisera tillsammans.

*) Zeitschr. f. Ch. [2] 6,296.

Paykull har gjort försök att framställa föreningar med KCl, NaCl, $BaCl_2$, $ZnCl_2$ och $AuCl_3$, men alla lemnade ett negativt resultat. Ur en blandning af ekvivalenta mängder oxiklorid och platinaklorid erhöll Nilsson små ljusgula, snedt fyrsidiga prismor med sammansättningen $ZrOCl_2 + PtCl_4 + 12aq.$, som vid 100° afgåfvo 6 molekuler vatten *). Likaså lemnade en blandning, som på tre molekuler platinaklorur höll två molekuler zirkonylklorid, efter afdunstning till torrhet i vattenbad, ett i fyrsiga prismor kristalliseradt salt. Då Nilsson omkristalliserade detsamma vid 30°, afsatte sig ur den sirupstjocka lösningen en förening af ytterst fina, kulformigt förenade nålar. Analysen gaf sammansättningen $ZrOCl_2 + PtCl_2 + 8aq.$

4) **Löslig basisk zirkonylklorid:** $ZrO^{Cl}_{OH} + naq.$

Berzelius har först iakttagit att, då en lösning af kristalliserad zirkonylklorid afdunstas på vattenbad, återstår en hvit, gummiartad massa, som innehåller hälften så mycket klor som den kristalliserande kloriden och som fortfarande löser sig i vatten. Samma förening erhöll Endemann **) genom att fälla en koncentrerad alkoholisk lösning af oxikloriden med eter. Fällningen var löslig i kall alkohol, men sönderdelades af varm. Om den i köld beredda lösningen i alkohol åter fäldes med eter, erhölls ett mera basiskt salt med 7 klor på 8 zirkonium; sammansättningen var sålunda $7ZrO^{Cl}_{OH} + ZrO(OH)_2$.

Kokas utspädda lösningar af kloriden under en längre tid, utfaller större delen af zirkonjorden såsom en geléartad massa. Fällningen utgöres af ett basiskt zirkonylsalt; vid tvättning med varmt vatten, så länge saltsyra finnes i det det genomgångna, sönderdelas det emellertid och rent hydrat återstår.

Zirkonbromider:

1) **Zirkoniumbromid:** $ZrBr_4$.

Vid glödning af en blandning af zirkonjord och sockerkol i en ström af brom- och kolsyregas, bildades en gulhvit, ganska svårt sublimerbar kristall-

*) Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. B. 33 N:o 7,18.

**) Journ. f. pr. Ch. N. F. 11,219.

masssa. Reaktionen försiggår svårare än vid kloriden, den bildade produkten sönderdelas lättare, men förhåller sig till reagentier på samma sätt. MELLIS har förut framstält detta salt *).

2) **Zirkonylbromid:** $ZrOBr_2 + 8aq$.

Nyss uttäldt hydrat löser sig med lätthet i bromvätesyra. Äfven bromvatten angriper hydratet så småningom, ehuru mycket långsamt. Lösningen af bromid i bromvätesyra fick afdunsta, till en början på vattenbad, därefter öfver kalihydrat och svafvelsyra. Efter en vecka började glänsande, platta, nålformiga kristaller afsätta sig vid kanten af kristallisationskärlet, och om några dagar var hela kärlet fyldt af en kristallmassa, i hög grad liknande zirkonylklorid och starkt färgad af brom.

Saltet blir i luften efterhand ogenomskinligt under afgifvande af bromväte. Som det lätt deliqvescerar och den sura moderluten starkt angriper linne och isynnerhet papper, måste man, innan det lägges i präss, så mycket som möjligt befria det från moderlut och företaga präsningen raskt.

Analys. 1) 1,1453 gr. salt löstes i vatten och behandlades såsom motsvarande klorförening. 0,3163 gr. ZrO_2 och 1,0811 gr. AgBr erhöllos.

2) 0,6668 gr. salt af annan beredning gaf likaledes 0,1885 gr. ZrO_2 och 0,6064 gr. AgBr.

I procent:	Funnet: 1	2	Beräknadt:
Zr	20,35	20,83	21,87
Br	40,16	38,70	39,05
$O + H_2O$	39,49	41,47	39,08.

Salt, som fått fullständigt utkristallisera, stått någon längre tid äfven kalihydrat och prässats mellan papper, hade förlorat bromväte.

Tvänne *analyser* å detta preparat gåfvo följande resultat: 1) 0,675 gr. salt gaf 0,220 gr. ZrO_2 och 0,535 gr. AgBr. 2) 0,344 gr. salt gaf 0,115 gr. ZrO_2 och 0,272 gr. AgBr.

*) Zeitsch. f. Ch. [2] 6,296.

I procent:	1	2
Zr	24,01	24,64
Br	33,73	33,64
$O + H_2O$	42,26	41,72.

3) **Löslig basisk zirkonylbromid:** $ZrO^{Br}_{OH} + 4aq.$

Afdunstas en lösning af zirkonylbromid i värme, frigöres hälften af den bundna bromen i form af bromväte, och ett basiskt salt af denna sammansättning bildas. Det är en i brunt stötande gummimassa, löslig i vatten.

Analys. 1) 0,695 gr. salt löstes i vatten och fäldes med amoniak; därvid erhölls 0,312 gr. ZrO_2. Filtratet gaf med silfvernitrat 0,475 gr. AgBr.

2) 1,565 gr. salt, på lika sätt behandladt, gaf 0,706 gr. ZrO_2 och 1,027 gr. AgBr. — Bägge preparaten voro, efter indrifning till torrhet vid omkring 60°, en dag torkade öfver svafvelsyra.

I procent:	Funnet:		Beräknadt:
	1	2	
Zr	33,07	33,23	32,62
Br	29,08	27,92	29,12
$O + H_2O$	37,85	38,85	38,26.

Vid lösningens utspädning och kokning erhålles äfven här en hvit fällning, som efter tvättning med varmt vatten är fri från brom.

Zirkonjodider:

Då jag lät jod i kolsyre-ström sublimera äfven en till olika temperaturgrader upphettad blandning af zirkonjord och sockerkol, bildades ingen jodid.

Zirkonyljodid: $ZrOJ_2 + 8aq.$

Af kall utspädd jodvätesyra angripes hydratet endast med svårighet, men vid upphettning på vattenbad löses det något lättare. Vid lösningens långsamma afdunstning bildar sig en kristallmassa af fina, plattryckta nålar, i hög grad påminnande om motsvarande klorid och bromid. Kristallerna vore alltid

blandade med afskild jod, hvarifrån de så fullständigt som möjligt befriades genom upprepad behandling med kloroform och kolsvafla. Deras färg var fortfarande ljust gulbrun, oaktadt dessa reaktionsmedel ej mer förmådde utdraga någon jod. I beröring med luften, och då de torkades mellan papper, voro kristallerna föga beständiga.

Analys. 1) 1,706 gr. salt löstes i vatten; zirkonjorden fäldes med amoniak, och ur filtratet fäldes jod med silfvernitrat. 0,419 gr. ZrO_2 och 1,612 gr. AgJ erhöllos.

2) Af 0,785 gr. i vatten löst salt erhölls 0,190 gr. ZrO_2 — bestämningen af jod misslyckades.

I procent:	Funnet: 1	2	Beräknadt:
Zr	18,09	17,83	17,79
J	51,06		50,41
$O + H_2O$	30,85		31,80.

Lösningar af zirkonyljodid sönderdelas vid uppvärmning, det vid afdunstning erhållna saltet är vanligen starkt färgadt af jod.

Zirkoncyanider:

[1) **Zirkonylcyanid?**]

Då till en lösning af oxiklorid i vatten sättes cyankalium, erhålles en hvit voluminös fällning, vätskan antager en mörkare färg och cyanväte utvecklas. Så småningom utfaller all zirkonjord.

2) **Zirkonylferrocyanid:** $(ZrO)_2 . Cy_6Fe + naq.$

Då ferrocyankalium sättes till lösningen af ett zirkonsalt, som ej innehåller fri syra, uppkommer en ymnig, fint fördelad, i gulgrönt stötande fällning af zirkonylsalt. Upphettas lösningen, utfaller mer däraf; finnes fri syra närvarande eller användes zirkoniumsulfat, färgas fällningen därvid mörkblå af ferrocyanvätesyrans oxidationsprodukter. Då den fint fördelade fällningen bakade sig tillsammans på filtrum, tvättades den till en början genom dekantering och togs sedan på

filtrum, hvarvid en del af saltet gick i lösningen och gaf filtratet ett mjölkigt utseende.

Fällningen sönderdelas med svårighet af syror, men ytterst lätt af alkalier under afskiljande af zirkoniumhydrat. Torkad får den en mörkare blågrön färg. Vid högre temperatur sönderdelas den lätt under utveckling af cyanväte. Likaså förmärktes lukt af cyanväte från ett prof, som en längre tid legat i tilltäpt glasrör. Saltet torkades öfver svafvelsyra i luftförtunnadt rum och dekomponerades genom upphettning med amoniak.

Analys. 1) zirkonylferrocyanid, framstäld genom att till en lösning af sulfatet sätta ferrocyankalium, tvättades med kallt vatten så länge filtratet höll svafvelsyra, och torkades omkring en vecka i luftförtunnadt rum. Då saltet emellertid började sönderdelas under cyanväte-utveckling, analyserades det, innan konstant vigt erhållits. 0,420 gr. digererades med amoniak; den genom filtrering afskilda zirkonjorden vägde 0,167 gr. Filtratet indrefs till torrhet och glödgades svagt. Blandningen af järnoxid och cyankalium behandlades med saltsyra och ur lösningen fäldes järnoxid med amoniak. I filtratet bestämdes kalium såsom klorkalium. 0,071 gr. $Fe_2O_3 + KCy$, 0,066 gr. FeO_3 och 0,007 gr. KCl erhöllos.

2) 0,296 gr. salt, som framstäldes och behandlades på samma sätt, gaf 0,117 gr. ZrO_2 och 0,054 gr. $Fe_2O_3 + KCy$. Efter lösning i saltsyra och fällning med amoniak erhöllos 0,049 gr. Fe_2O_3 och 0,007 gr. KCl.

I procent:	Funnet: 1	2	Formeln $(ZrO)_2.Cy_6Fe + 10aq$.
Zr	29,29	29,12	29,69
Fe	11,00	11,58	9,29.
K	0,87	1,24	—

3) 0,882 gr. salt, som framstälts af oxiklorid och ferrocyankalium, stod tvänne dagar i vacuum, hvarefter föreningen analyserades såsom förut. 0,228 gr. ZrO_2, 0,0885 gr. Fe_2O_3 och blott spår af kalium erhöllos.

I procent:	Funnet:	Formeln $(ZrO)_2.Cy_6Fe + 26aq$.
Zr	19,04	20,09
Fe	7,03	6,28
K	spår	—

I andra försök, som jag anstält för att utröna, huruvida kaliumhalten är konstant och sålunda väsendtlig för saltet, eller blott tillfällig, har jag funnit

förhållandet mellan kalium och zirkonium ganska vexlande: i trenne analyser resp. 1 : 20, 1 : 29 och 1 : 34.

Saltet är sålunda en enkel zirkonylförening, som näppeligen kan erhållas fri från fällningsmedlet, och som till sammansättningen öfverensstämmer med den af ATTERBERG framstälda titansyreföreningen *).

3) Zirkonylplatocyanid?

Med platocyanvätesyra ingår zirkonjorden en föga beständig förening. Då en lösning af zirkoniumsulfat sönderdelades med platocyanbarium, erhölls, sedan bariumsulfatet frånfiltrerats och lösningen koncentrerats i luftförtunnadt rum, en omkring kanterna gulhvit, i bottnen af kristallisationskärlet mörkt köttfärgad massa. Vid behandling med vatten sönderdelades det amorfa saltet under lemning af zirkonhydrat, och lösningen afsatte vid förnyad afdunstning kristaller af platocyanvätesyra.

Zirkonfluorider:

Zirkoniumfluorid: $ZrFl_4 + 3aq$.

Då man löser zirkoniumhydrat i fluorvätesyra, eller då zirkonjord upphettas till svag glödgning med fluoramonium och den smälta massan efter afsvalning löses i fluorvätehaltigt vatten, bildar sig vid afdunstning glänsande triklina prismor af sammansättningen $ZrFl_4 + 3aq$. Strax under 100° förlora de en molekul vatten (funnet 8,15, ber. 8,20), vid högre temperatur kan konstant vigt ej erhållas förr, än preparatet öfvergått till zirkonjord, ty fluorväte börjar bortgå ($ZrFl_4 + 2HOH = ZrO_2 + 4HFl$). Vid saltets lösning i rent vatten grumlas vätskan ganska snart och ett amorft basiskt salt utfaller. Vid fällning med amoniak bildas olösliga basiska salter, hvilka man ej medels tvättning fullständigt kan befria från fluorväte **).

Vattenfri zirkoniumfluorid erhöll DEVILLE genom att upphetta en blandning af zirkon och flusspat i klorvätegas ***). Därvid bildades färglösa, i

*) Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. B. 32. N:o 7,13.

**) MARIGNAC i Ann. de Ch. et Phys. [3] 60,257.

***) Ann. de Ch. et Phys. [4] 5,109 och [3] 49,84.

vatten och syror olösliga kristaller, förmodligen tillhörande hexagonala systemet. I hvitglödningshetta kan den vattenfria fluoriden förflygtigas.

Dubbelsalter af $ZrFl_4$.

Af stort intresse äro de föreningar, som zirkoniumfluorid bildar med andra fluorider. Genom sin jämförelsevis stora beständighet, den lätthet hvarmed de kristallisera och i synnerhet genom den isomorfi, som många af dem visa med motsvarande salter af de närstående elementerna kisel, titan och tenn, har kännedomen om deras sammansättning varit af vigt för bestämningen af zirkoniums atomvigt och atomvärde och sålunda för alla dess föreningars rationella sammansättning. Dubbelsalterna framställas bäst genom att lösa zirkoniumfluoriden i fluorvätesyra och till denna lösning sätta metalloxiden eller karbonatet. För kunskapen om dessa kroppar hafva vi nästan uteslutande att tacka MARIGNAC.

$2KFl + ZrFl_4$. Detta salt bildas, då zirkonpulver smältes med surt fluorkalium, eller då lösningar af fluorkalium och zirkonfluorid blandas med hvarandra så, att intetdera saltet finnes i allt för stort öfverskott. Det kristalliserar i kortare eller längre rombiska prismor. Saltet löser sig i 4 delar kokande vatten, men är svårlösligt i kallt. Det är först analyseradt af BERZELIUS *), sedan af MARIGNAC.

$3KFl + ZrFl_4$. Ett annat kaliumdubbelsalt, $3KFl + ZrFl_4$, erhålles, då man använder stort öfverskott af fluorkalium; det sönderfaller lätt vid omkristallisering i föregående salt och fluorkalium. Grundformen är oktaëdern, som i sällsynta fall är kombinerad med kuben. Äfven detta salt är först framställdt af BERZELIUS, som, från resultatet af sin analys därå, slöt till att dess sammansättning var $2KFl + ZrFl_3$ — eller med zirkonium 4-atomig $8KFl + 3ZrFl_4$. Vi hafva redan sett, att BERZELIUS däri fann ett stöd för sin åsigt om ZrO_3 såsom zirkonjordens formel, liksom att MARIGNAC har visat att saltets formel är $3KFl + ZrFl_4$.

$KFl + ZrFl_4 + 1aq$. Vid öfverskott af zirkonfluorid bildas föreningen $KFl + ZrFl_4 + 1aq$. Den kristalliserar i monoklina prismor och är föga beständig.

$2AmFl + ZrFl_4$ och $3AmFl + ZrFl_4$. De tvänne dubbelsalter med fluoramonium, som MARIGNAC framstält, äro bägge isomorfa med motsvarande kaliumföreningar och framställas såsom dessa.

*) Kongl. Vetensk. Akad. Handl. 1824 s. 305.

$5NaFl + 2ZrFl_4$. Genom dubbel dekomposition af kaliumzirkonfluorid med klornatrium och lösningens afdunstning vid 50° erhöll MARIGNAC detta salt såsom vårtlika kristallgyttringar. Vid omkristallisering uppkomma monoklina prismor, som med svårighet lösas i vatten. I hvilka förhållanden man än blandar fluornatrium och zirkonfluorid, bildas endast detta dubbelsalt.

Dubbelsalterna med *Ca-, Sr- och Ba-fluorid* äro olösliga fällningar, som svårligen kunna erhållas rena.

Blysaltet är kristalliniskt och något lättlösligare än dessa. Det sönderdelas af vatten och i synnerhet af fluorväte.

$MgFl_2 + ZrFl_4 + 5aq.$ } Magnesium- och mangan-zirkoniumfluoriderna äro
$MnFl_2 + ZrFl_4 + 5aq.$ } isomorfa och bilda små monoklina prismor.

$2MnFl_2 + ZrFl_4 + 6aq.$ Dessutom finnes ett mera manganhaltigt dubbelsalt, hvilket bildas då ofvannämda mangansalt behandlas med fluorväte och öfverskott af mangankarbonat, och som äfven kristalliserar i monoklina prismor.

$2CdFl_2 + ZrFl_4 + 6aq.$ Denna förening är isomorf med motsvarande mangansalt.

$CdF_2 + 2ZrFl_4$. Vid öfverskott af zirkonfluorid bildas detta salt.

$NiFl_2 + ZrFl_4 + 6aq.$ } Nickel- och zinkföreningarna hafva sammansätt-
$ZnFl_2 + ZrFl_4 + 6aq.$ } ningen $RFl_2 + ZrFl_4 + 6aq$. De kristallisera i stora, sexsidiga prismor, tillhörande hexagonala systemet, och äro isomorfa med motsvarande titan- och tennsalt. Vid öfverskott af zirkonfluorid afskilja sig monoklina prismor af sammansättningen $2RFl_2 + ZrFl_4 + 12aq$. Tenn- och titanföreningarne äro därmed isomorfa.

$2KFl + NiFl_2 + 2ZrFl_4 + 8aq.$ Denna förening kristalliserar i blekgröna monoklina prismor, då kaliumzirkonfluorid och nickelfluorid blandas. De äro svårlösliga i vatten och förlora först öfver 100° sitt kristallvatten i sällskap med en del af fluorvätet.

$3CuFl_2 + 2ZrFl_4 + 16aq.$ bildar monoklina prismor af vackert blå färg och uppkommer då kopparkarbonat löses i en fluorvätesur lösning af zirkonfluorid.

$2CuFl_2 + ZrFl_4 + 12aq.$ Sätter man till lösningen af nyssnämda salt fluorväte och kopparkarbonat, bildas lättlösliga monoklina kristaller af sammansättningen $2CuFl_2 + ZrFl_4 + 12aq$. Saltet, som är isomorft med motsvarande nickel- och zinkförening, sönderdelas vid lösningens kokning, hvarvid kristaller af det förstnämda kopparsaltet utkristallisera.

Zirkonkiselfluorider.

Om nyss utfäldt hydrat en längre tid lemnades i beröring med kiselfluorvätesyra, löste det sig så småningom fullständigt. Då vätskan fick afdunsta i luftförtunnadt rum öfver kalihydrat, afsatte sig en tät massa af fina, glänsande kristaller *). Lösningen utvecklade stark lukt af kiselfluorvätesyra, och efter en tid var återstoden fullkomligt amorf. Den vid torkning gummiartade massan stod i exsiccator öfver kalihydrat och svafvelsyra, tills konstant vigt erhölls. Vid glödgning lemnade den 51,69 % ZrO_2, hvaraf är troligt att saltet var en zirkonylförening ($ZrO.Fl_4.SiFl_2$ fordrar 49,01 och $ZrO(OH).Fl_2.SiFl_3$ 49,41 % ZrO_2).

B. Syresalter.

Med syresyror bildar zirkonjorden i allmänhet basiska salter, ej sällan normala zirkonylföreningar. Af neutrala zirkoniumsalter med syresyror finnas endast nitrat, sulfat, seleniat, selenit och (i dubbelsalter) oxalat; de däri ingående syrorna bilda äfven basiska föreningar, af hvilka en del äro lösliga i vatten. Man kan därför till en lösning af ett zirkoniumsalt sätta en ganska stor mängd alkali, innan fällning uppstår, i det att till en början ett lösligt basiskt salt bildas.

Zirkonnitrater:

1) **Zirkoniumnitrat**: $Zr(O.NO_2)_4 + 5aq$.

Hydratet löser sig vid uppvärmning ganska lätt i salpetersyra, och får lösningen långsamt afdunsta i luftförtunnadt rum öfver kalihydrat återstår en segflytande massa, hvars yta är beklädd med tunna kristallblad af oregelbunden form. Då den sura, af salpetersyra starkt rykande massan behandlades med litet vatten och lösningen fick afdunsta, bildade sig vid kristallisationskärlets botten en stråligt kristallinisk massa af små blad. I vatten äro dessa ytterst lätt lösliga och lösas äfven i alhohol, ehuru ej i så riklig mängd. Saltet är

*) Enligt Berzelius utgöras de af kiselfluorzirkonium.

hygroskopiskt, ryker i luften under afgifvande af salpetersyra och öfvergår efter en tid under förlust af hälften af syran i det hvita, ogenomskinliga zirkonylsaltet.

Analys. 0,480 gr. salt, som prässats mellan linne, löstes i vatten. Lösningen kokades länge med rent barythydrat, hvarefter kolsyregas inleddes i öfverskott. Efter förnyad kokning voro all zirkonjord och baryt fälda — utom den som fans i form af nitrat — den förra såsom hydrat, den senare som karbonat. Fällningen löstes i saltsyra, och zirkonjorden fäldes med amoniak. För att befria den fälda zirkonjorden från inblandadt klorbarium löstes fällningen ånyo i saltsyra och utfäldes åter. Salpetersyran bestämdes genom att fälla den därvid bundna baryten med svafvelsyra. 0,139 gr. ZrO_2 och 0,5025 gr. $Ba . O_2 . SO_2$ erhöllos.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
ZrO_2	28,96	28,41
N_2O_5	48,50	50,51
H_2O	22,54	21,06.

Redan VAUQUELIN anmärkte att nitratet, ehuru med svårighet, kan kristallisera. HERMANN omnämner ett kristalliniskt salt, som uppkom vid afdunstning i öppen luft af en nitratlösning, och förmodar dess sammansättning vara $Zr(O . NO_2)_4$. PAYKULL har först analyserat detta salt och afgjort dess sammansättning *).

2) **Zirkonylnitrat**: $ZrO(O . NO_2)_2 + 2aq$.

Låter man lösningen af hydrat i salpetersyra afdunsta vid omkring 75°, eller löses föregående salt i vatten och lösningen får afdunsta vid denna temperatur, afsätter sig vid stark koncentration ett hvitt pulver af denna sammansättning. Med lätthet löses det af vatten och alkohol, och lösningen upptager vid digerering med hydrat mer däraf. Saltet är ej då hygroskopiskt som nyssbeskrifna. Vid torkning sönderdelas det så småningom under afgifvande af salpetersyra.

Analys. 1) 0,789 gr. salt, som framstälts genom afdunstning af nitrat i vattenlösning vid 75° och torkats öfver svafvelsyra, tills tvänne efter hvarandra

*) Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förh. B. 35. N:o 7,57.

följande vägningar gåfvo lika vigt, löstes i vatten och kokades med barythydrat; kolsyra inleddes, och lösningen kokades åter. Ur filtratet fälde svafvelsyra 0,653 gr. $Ba.O_2.SO_2$.

2) 0,477 gr. på likartadt sätt framstäldt salt lemnade efter glödgning 0,2235 gr. ZrO_2.

3) 0,328 gr. salt gaf likaledes 0,151 gr. ZrO_2.

I procent:	Funnet: 1	2	3	Beräknadt:
ZrO_2	—	46,85	46,75	45,76
N_2O_5	38,32	—	—	40,69.

Förlusten af salpetersyra i analysen 1) beror — liksom vid zirkoniumnitratet — på omöjligheten att, då man använder barythydrat såsom fällningsmedel för zirkonjorden, fullständigt befria fällningen från basiskt salt. Äfven detta salt omnämner HERMANN, som framstälde det genom afdunstning vid 100° och fann dess sammansättning vara $ZrO(O.NO_2)_2$.(?)

3) Lösligt basiskt zirkonylnitrat: $ZrO{}^{O.NO_2}_{OH}$.

Det lösliga basiska salt, som bildas då hydrat i öfverskott tillsättes till en lösning af zirkonnitrat, är $ZrO{}^{O.NO_2}_{OH}$, eller samma salt som uppstår, då zirkonylnitrat löses i vatten och lösningen upprepade gånger indrifves till torrhet vid 100°. Vid afdunstning bildas en genomskinlig, glaslik massa, som vid torkning springer sönder i smärre bitar och af vatten löses till en opaliserande vätska. Saltet synes vara beständigare än de förut beskrifna nitraten.

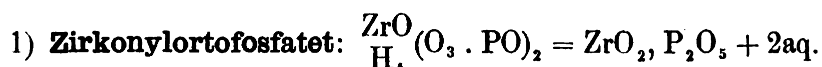
Analys. 1) 0,565 gr. salt, torkadt vid 105°–110°, lemnade vid glödgning 0,375 gr. ZrO_2.

2) 0,580 gr. vid samma temperatur torkadt salt behandlades efter lösning i vatten med barythydrat och kolsyra liksom zirkonium- och zirkonylföreningarne. 0,346 gr. $Ba.O_2.SO_2$ erhölls.

I procent:	Funnet: 1	2	Beräknadt:
ZrO	66,37	—	65,85
N_2O_5	—	27,67	29,27.

Orsaken till förlusten af salpetersyra är densamma som vid förut beskrifna nitrat. HERMANN, som bestämt zirkonjorden i detta salt och funnit den vara 64,59 %, beräknar däraf sammansättningen till $Zr_3O_4(O.NO_2)_4$, *) en formel, som tydligen ej motsvarar saltets sammansättning. Här, liksom vid zirkonium- och zirkonylnitratet, har han ej tagit hänsyn till att äfven vatten ingår; för öfrigt stämmer hans analys betydligt bättre med den formel, hvartill jag kommit.

Zirkonfosfater:



1) **Zirkonylortofosfatet:** $\genfrac{}{}{0pt}{}{ZrO}{H_4}(O_3.PO)_2 = ZrO_2, P_2O_5 + 2aq.$

Då en lösning af oxiklorid i utspädd saltsyra sättes till en lösning af natriumfosfat, erhålles en hvit, ganska fint fördelad fällning, som är olöslig i vatten, ättiksyra, andra svagare syror samt öfverskott af fosfatet, men något löslig i saltsyra, lättare i svafvelsyra. Torkad drager den sig samman i hvita, porslinsartade klumpar, olösliga i syror.

Analys. 1) 0,412 gr. sålunda framställdt och vid 105° torkadt salt smältes med kolsyradt natronkali, smältan behandlades med vatten och kokades. Det olösta frånfiltrerades, lösningen gjordes sur med saltsyra, hvarpå fosforsyran fäldes såsom amonium-magnesiumfosfat och bestämdes såsom pyrofosfat. Det af vatten olösta (zirkonjord och möjligen zirkonat) dekomponerades genom behandling med svafvelsyra, hvarefter zirkonjorden fäldes med amoniak. 0,168 gr. ZrO_2 och 0,300 gr. pyrofosforsyrad magnesia erhöllos.

2) 0,338 gr. likaledes vid 105° torkadt salt förlorade vid glödgning 0,044 gr. vatten.

I procent:	Funnet: 1	Funnet: 2	Beräknadt:
ZrO_2	40,78	—	40,56
P_2O_5	46,57	—	47,42
H_2O	—	13,02	12,00.

Samma förening sökte jag framställa genom att sätta zirkonylklorid till en lösning af ortofosforsyra. Den därvid erhållna fällningen tvättades så länge

*) HERMANNS formel för detta nitrat är $3ZrO_3, 3N_2O_5$, och för de förut omnämda $ZrO_3, 3N_2O_5$ och $2ZrO_3, 3N_2O_5$.

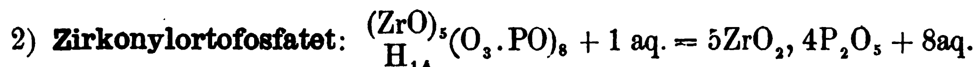
filtratet visade spår af saltsyra. En analys af det vid 110° torkade saltet visade emellertid, att detta ej hade ofvanstående sammansättning utan $11ZrO_2$, $10P_2O_5 + 13aq$.

Analys. 1) 0,7540 gr. salt smältes vid bälster med kolsyradt natronkali i öfverskott. Efter afsvalning behandlades smältan med vatten och upphettades därmed under flere timmar. 0,3365 gr. ZrO_2 erhölls; efter förnyad smältning med kolsyradt natronkali och behandling såsom förut blef zirkonjordens vigt oförändrad.

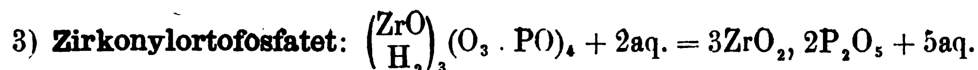
2) 0,2998 gr. salt, som behandlades på lika sätt, gaf 0,1349 gr. ZrO_2 — vigten blef efter omsmältning med kolsyradt alkali oförändrad — ur filtratet från zirkonjorden erhölls en fällning af am.-magnesiumfosfat, som efter glödgning lemnade 0,2234 gr. $Mg_2.O_4.P_2O_3$.

I procent:	Funnet:		Beräknadt:
	1	2	
ZrO_2	44,63	44,99	44,70
P_2O_5	—	47,35	47,50.

Sannolikt är emellertid, att fällningen har sammansättningen $ZrO_2,P_2O_5+naq.$, men att densamma småningom sönderdelas af vatten under afgifvande af fosforsyra; vid fortsatt tvättning med varmt vatten, så länge preparatet förlorar fosforsyra, återstår föreningen $3ZrO_2$, $2P_2O_5 + naq$.


2) **Zirkonylortofosfatet**: $\frac{(ZrO)_5}{H_{14}}(O_3.PO)_8 + 1\ aq. = 5ZrO_2, 4P_2O_5 + 8aq.$

Paykull erhöll genom att behandla zirkonylklorid med natriumortofosfat ett salt af denna sammansättning *). Möjligen är dock denna produkt att anse såsom en blandning af föregående och efterföljande salt, alltså $= 2(ZrO_2, P_2O_5+2aq.) + (3ZrO_2,2P_2O_5+5aq)$.


3) **Zirkonylortofosfatet**: $\left(\frac{ZrO}{H_2}\right)_3(O_3.PO)_4 + 2aq. = 3ZrO_2, 2P_2O_5 + 5aq.$

Finnes zirkoniumsalt närvarande i öfverskott, bildas ett zirkonylrikare fosfat vid inverkan af fosforsyradt natron. Då jag sålunda satte natriumorto-

*) Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. B. 30 N:o 6,29.

fosfat till en lösning af sulfatet, erhöll jag en fällning, som i allt utom sammansättning öfverensstämde med det förut beskrifna fosfatet.

Analys. 1) 0,375 gr. vid 100° torkadt salt, som smältes med kolsyradt natronkali, lemnade vid smältans behandling med kokhett vatten 0,180 gr. ZrO_2. Efter torkning smältes ånyo med alkali och äfven då erhölls 0,180 gr. ZrO_2 och ingen fosforsyra i filtratet. I det först erhållna filtratet bestämdes fosforsyran på vanligt sätt. 0,235 gr. pyrofosforsyrad magnesia erhölls.

2) En annan del af samma preparat torkades vid 95° till konstant vigt. 0,971 gr., som afvägdes till analys, lemnade efter glödgning 0,843 gr. zirkonsalt.

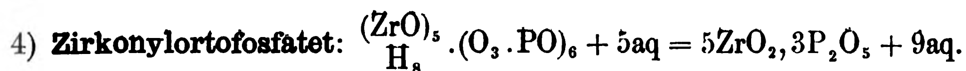
I procent:	Funnet: 1	2	Beräknadt:
ZrO_2	48,00	—	49,47
P_2O_5	40,08	—	38,28
H_2O	—	13,18	12,21.

Samma förening bildades, då det ofvannämda, genom att sätta fosforsyra till zirkonylklorid erhållna fosfatet tvättades med varmt vatten, så länge fosforsyra bortgick. Tvättningen måste fortsättas under en hel vecka, för att syran ej längre skulle kunna påvisas. Detta salt är sålunda det beständigaste af de hittills beskrifna fosfaten.

Analys. 1) 0,388 gr. vid 105° torkadt salt analyserades såsom förut: 0,1870 gr. ZrO_2 och 0,2412 gr. $Mg_2 . O_4 . P_2O_3$ erhöllos.

2) 0,2836 gr. salt gaf likades 0,1389 gr. ZrO_2 och 0,178 gr. pyrofosforsyrad magnesia.

I procent:	1	2
ZrO_2	48,20	48,97
P_2O_5	39,76	40,16.



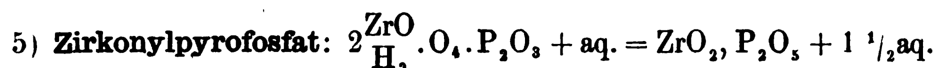
4) **Zirkonylortofosfatet**: $\frac{(ZrO)_5}{H_8} . (O_3 . PO)_6 + 5aq = 5ZrO_2, 3P_2O_5 + 9aq.$

Lösningar af zirkonylklorid och fosforsyradt natron blandades, och den erhållna fällningen tvättades först med varmt saltsurt vatten samt kokades därefter en längre tid med rent vatten. Lösningen afhäldes och fosfatet behand-

lades åter med kokhett vatten, som nu ej mer utdrog någon syra. Efter torkning vid 100° hade det sålunda behandlade saltet ofvanstående sammansättning.

Analys. 0,5038 gr. salt, som smältes med kolsyradt alkali, gaf 0,2537 gr. ZrO_2 och 0,282 gr. pyrofosforsyrad magnesia.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
ZrO_2	50,36	50,81
P_2O_5	35,80	35,63.



5) **Zirkonylpyrofosfat**: $2\frac{ZrO}{H_2}.O_4.P_2O_3 + aq. = ZrO_2, P_2O_5 + 1\,{}^1/_2 aq.$

Då en lösning af zirkonylsulfat indroppas i en lösning af binatriumpyrofosfat, uppstår genast en hvit fällning, som till egenskaper fullkomligt öfverensstämmer med nyss beskrifna ortosalter. Efter torkning dekomponeras den ej ens af varm koncentrerad svafvelsyra.

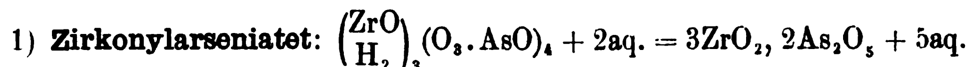
Analys. 0,3485 gr. salt, som torkats vid 100°, upphettades med kolsyradt natronkali en längre tid till smältning och analyserades såsom sist beskrifna ortofosfater. 0,146 gr. ZrO_2 och 0,273 gr. pyrofosforsyrad magnesia erhöllos.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
ZrO_2	41,89	41,82
P_2O_5	50,10	48,88.

Att fosforsyrehalten i analysen är högre, än formeln fordrar, beror utan tvifvel på inblandadt natriumfosfat.

En svårighet vid framställandet af alla dessa fosfat ligger däri, att man vid användande af alkalifosfat såsom fällningsmedel konstant erhåller alkalisalt — om ock i ringa mängd — bland zirkonylfosfatet. Särskildt är detta naturligtvis händelsen då man — såsom jag mången gång gjort för att erhålla så syrerika salter som möjligt — sätter zirkonsaltet till fosfatet. Tyvärr kan icke alkalihalten utan mycket stora svårigheter bestämmas, då dessa fosfater knappast dekomponeras på annat sätt än genom smältning med alkalier.

Zirkonarseniater:



1) **Zirkonylarseniatet**: $\binom{ZrO}{H_2}_3(O_3.AsO)_4 + 2aq. = 3ZrO_2, 2As_2O_5 + 5aq.$

Detta salt erhöll jag genom att sätta en lösning af oxiklorid i saltsyrehaltigt vatten till arseniksyradt natron. Därvid bildades en hvit, voluminös fällning, som nära öfverensstämmer med det under liknande förhållanden uppkomna fosfatet. Vid analys visade det sig bestå af $3ZrO_2$ på $2As_2O_5$ jämte 5 molekuler vatten. Det svarade till sammansättning fullkomligt mot det ortofosfat, som bildas, när en lösning af zirkoniumsulfat behandlas med natriumfosfat, eller då fosfatet $ZrO_2, P_2O_5 + 2aq.$ sönderdelas af varmt vatten.

Analys. 1) 0,419 gr. salt, som torkats till konstant vigt vid 105°, dekomponerades genom smältning med kolsyradt natronkali. Smältan behandlades såsom vid analys af fosfaten. Fällningen af amonium-magnesiumarseniat torkades på vägdt filtrum vid 102°. 0,172 gr. ZrO_2 och 0,341 gr. amonium-magnesiumarseniat erhöllos.

2) 1,340 gr. salt, framställdt och torkadt såsom nyssnämda, dekomponerades fullständigt genom upphettning med en blandning af lika delar konc. svafvelsyra och vatten. Lösningen sattes på vattenbad, utspäddes, och vätesvafla inleddes. Fällningen af arseniksvafla och svafvel behandlades så länge med kokande salpetersyra, att återstoden ej mer angreps däraf, oangripet svafvel affiltrerades, och lösningen behandlades med amoniakalisk talklösning *). 1,080 gr. amoniummagnesiumarseniat erhölls. Ur filtratet från arseniksvaflan fäldes 0,529 gr. ZrO_2.

I procent:	Funnet: 1	2	Beräknadt:
ZrO_2	41,05	39,48	39,85
As_2O_5	49,24	48,77	50,31.



2) **Zirkonylarseniatet**: $4\left(\frac{ZrO}{H}.O_3.AsO\right) + 3aq. = 2(2ZrO_2, As_2O_5) + 5aq.$

Paykull erhöll detta salt, då han fälde en lösning af zirkoniumsulfat med binatriumarseniat. Den hvita fällningen, som var olöslig i saltsyra, analyserades efter torkning vid 100°.

*) Hvarken bland svaflet eller i filtratet därifrån fans ZrO_2.

Anmärkningsvärdt är, att de bägge framstälda arseniaten äro betydligt mera basiska äro de på lika sätt erhållna fosfaten. Vid öfverskott af natriumarseniat bildades ett salt, som är analogt med det hvilket uppkommer, då fosfatet sättes till zirkonsaltet, och det af PAYKULL analyserade arseniatet än mera basiskt än något hittills framstäldt fosfat. Möjligt är, att äfven vid arseniaten sammansättningen är en annan, om zirkonylklorid användes i stället för zirkoniumsulfat.

Zirkonylklorat.

Till en lösning af zirkoniumsulfat sattes bariumklorat, så länge svafvelsyrad baryt utfäldes. Lösningen ställdes i luftförtunnadt rum öfver kalihydrat. Efter en tid hade gyttringar af fina, nålformiga kristaller afsatt sig, hvilka lätt löstes i vatten. Moderluten utvecklade sura ångor, och kalihydratet var i hög grad angripet. Det bildade saltet var därför efter all sannolikhet ett zirkonylsalt. Vid en analys af det lätt sammanflytande saltet, som prässats mellan linne, erhölls af 0,474 gr. salt 0,1465 gr. $ZrO_2 = 30{,}91\ \%$. Bestämningen af klorsyran misslyckades. Föreningen var förmodligen $ZrO(O . ClO_2)_2 + 6aq.$, en formel, som fordrar 31,94 % ZrO_2.

Zirkonyljodat och -perjodat

äro hvita, i vatten olösliga fällningar, som uppkomma, då zirkonylkloriden behandlas med de resp. syrornas vattenlösningar.

[Zirkonjord och arseniksyrlighet.]

Nyss utfäldt zirkoniumhydrat behandlades vid vattenbads värme med en lösning af arseniksyrlighet. Det olösta affiltrerades; i filtratet fans vid behandling med amoniak ej spår af zirkonjord. Lika litet inverkar en lösning af arseniksyrlighet eller natriumarsenit på zirkonylklorid.

Zirkonsulfater:

1) **Zirkoniumsulfat:** $Zr(O_2.SO_2)_2 + 4aq.$

Upphettas pulvriserad zirkonjord med lika delar vatten och koncentrerad svafvelsyra, tills större delen af vattnet bortgått, och den fria svafvelsyran genom fortsatt upphettning utdrifvits, under iakttagande af att kärlet ej får glöda, återstår en hvit saltmassa af vattenfritt zirkoniumsulfat. Det mycket hyroskopiska saltet löser sig med lätthet, ehuru långsamt, i vatten. Tillsättes något svafvelsyra till denna lösning, eller löses hydratet i en tillräcklig mängd utspädd svafvelsyra, och låter man vätskan afdunsta, bildar sig en kristallmassa af hopgyttrade klot- eller linsformiga individer. Är lösningen mera sur, och sker kristallisationen tillräckligt långsamt, bilda sig korta prismor af fullkomligt hexagonal begränsning, här och där synas ock små romboëdror med en polkantvinkel, som ej mycket understiger 90°.

I rent vatten lösa sig kristallerna lätt, i koncentrerad svafvelsyra med stor svårighet. I alkohol, hvari saltet äfven är svårlösligt, sönderdelas det så småningom, och amorft basiskt salt utfaller. Vid upphettning sväller saltet upp och förlorar vid 110° 3 molekuler vatten; den återstående bortgår först vid 250°. Större delen af syran bortgår redan vid svag rödglödning; men efter tvänne timmars upphettning af ett prof vid denna temperatur var ej all svafvelsyra utdrifven. Vid tillsats af amoniumkarbonat bortgår den däremot jämförelsevis lätt.

Analys. 1) 1,027 gr. mellan papper torkadt zirkoniumsulfat löstes i vatten, amoniak tillsattes, och genom långvarig kokning befriades fällningen från basiskt salt. Hydratet affiltrerades och svafvelsyran fäldes med klorbarium. 0,349 gr. ZrO_2 och 1,326 gr. $Ba.O_2.SO_2$ erhöllos.

2) 1,2519 gr. salt förlorade vid upphettning till 110° 0,2039 gr. och vid 250° tillsammans 0,275 gr. H_2O. Efter glödgning återstod 0,4255 gr. ZrO_2.

I procent:	Funnet: 1	Funnet: 2	Beräknadt:
ZrO	33,98	33,99	34,36
SO_3	44,42	—	45,27
H_2O	—	21,96	20,37.

Det vid 110° förlorade vattnet utgjorde 16,29 % (3 mol. beräknas till 15,27).

Det kristalliserade saltet är först analyseradt af NYLANDER, som kom till det resultat, att det håller 5 molekuler vatten. Men ofvanstående analyser, liksom en af PAYKULL utförd, visa att formeln $Zr(O_2.SO_2)_2 + 4aq.$ är den riktiga. Vi skola finna, att den med svafvelsyran isomorfa selensyrans zirkoniumförening äfven har en vattenhalt af 4 molekuler.

Det vattenfria saltet är i och för atomvigtsbestämning analyseradt af BERZELIUS och af författaren (sid. 20).

2) **Zirkonylsulfat**: $ZrO.O_2.SO_2 + naq.$

BERZELIUS framstälde detta af honom kallade första basiska salt genom att till en lösning af zirkoniumsulfat sätta hydrat, så länge något däraf upptogs, eller kaustikt kali, tills fällning började uppstå. Det i en ringa mängd vatten lösliga saltet intorkar till en gummimassa, som slutligen blir hvit och ogenomskinlig. Om lösningen i vatten starkt utspädes, och i synnerhet vid uppvärmning, utfaller ett basiskt zirkonylsalt. Vid upphettning förlorar zirkonylsulfatet vatten under fräsning.

3) **Zirkonylsulfater af olika sammansättning.**

Ur en lösning af basiskt zirkonsulfat erhöll PAYKULL druflika kristallgyttringar af sammansättningen $3ZrO_2, 4SO_3 + 15aq.$, och ur moderluten efter denna förening ett något mera basiskt salt: $6ZrO_2, 7SO_3 + 19aq.$

Ett basiskt salt af sammansättningen $7ZrO_2, 6SO_3 + naq.$ utfaller, då man till en koncentrerad lösning af zirkoniumsulfat sätter alkohol. Saltet är lösligt i ringa mängd vatten, men sönderdelas genast vid tillsats af mycket vatten i basiskt salt, som utfaller, och i zirkonyl- jämte zirkoniumsulfat, som stanna i lösningen. Saltet är äfven något lösligt i 90-procentig alkohol. ENDEMANN har först framstält och analyserat detta salt *).

4) **Basiska zirkonylsulfatet:** $ZrO.O_2.SO_2 + ZrO(OH)_2 + naq.$

Då ofvannämda, med alkohol fälda och tvättade salt behandlades med kallt vatten, till dess filtratet ej längre gaf någon fällning med amoniak, återstod ett sulfat som på $2ZrO_2$ höll $1SO_3$. Sulfatet $7ZrO_2, 6SO_3$ hade sönder-

*) Journ. f. pr. Ch. N. F. 11,220.

delats i denna förening, som stannade på filtrum, och i zirkoniumsulfat jämte zirkonylsulfat, som gått i lösningen. Vid filtratets upphettning på vattenbad utföll nämligen en hvit, voluminös fällning, som vid vätskans koncentration löste sig; snart afsatte sig kristaller af zirkoniumsulfat, och vid ytterligare afdunstning en gummiartad massa af zirkonylsalt.

Analys. Det med alkohol fälda och med vatten tvättade sulfatet kokades med amoniak. På vanligt sätt erhöllos 0,1136 gr. ZrO_2 och 0,1121 gr. $Ba.O_2.SO_2$.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
ZrO_2	74,70	75,22
SO_3	25,30	24,78.

Warren *) har framstält detta salt genom att behandla den fällning, som erhölls, då svafvelsyradt kali i öfverskott sattes till ett zirkonsalt, s. k. $^1/_6$ svafvelsyrad zirkonjord, med kallt vatten i stor mängd; ur lösningen afsatte sig därvid ett pulver af sammansättningen $ZrO.O_2.SO_2 + ZrO(OH)_2 + 3aq.$, men ej fullkomligt fritt från kali. Ett dubbelsalt med kaliumsulfat, $3(ZrO.O_2.SO_2 + ZrO(OH)_2) + 4\frac{K}{H}.O_2.SO_2 + 4aq$, erhöll Warren genom att smälta zirkonjord med 5 gånger dess vigt kaliumbisulfat och upphetta smältan med koncentrerad svafvelsyra, tills större delen af öfverskjutande syra afrukit; kallt vatten löser då en del af återstoden, och ur lösningen afskiljer sig ett kristalliniskt pulver af nämda sammansättning.

5) **Basiska zirkonylsulfatet**: $2ZrO.O_2.SO_2 + ZrO(OH)_2 + 3aq.$

Då en utspädd lösning af zirkonylklorid, försatt med något svafvelsyra, upphettades till kokning, grumlades lösningen, och omedelbart därefter afsatte sig en fint fördelad fällning. Efter tvättning, så länge det genomgångna höll klorväte, och torkning öfver svafvelsyra visade fällningen ofvanstående sammansättning. Det nyss fälda sulfatet löstes i saltsyra och än lättare i svafvelsyra. Efter torkning dekomponerades det ej af andra syror än svafvelsyra.

Analys. 1) 0,5255 gr. öfver svafvelsyra torkadt salt dekomponerades genom smältning med kolsyradt natronkali, smältan behandlades med saltsyra, och det olösta affiltrerades. I lösningen bestämdes zirkonjord och svafvelsyra på vanligt sätt. Hvad som ej lösts af saltsyra torkades och smältes åter med kol-

*) Journ. f. pr. Ch. 75,361.

syradt alkali, vid smältans behandling med vatten fans ingen svafvelsyra i lösningen. Tillsammans 0,326 gr. ZrO_2 och 0,406 gr. $Ba.O_2.SO_2$ erhöllos.

2) 0,147 gr. salt förlorade vid stark glödgning 0,057 gr.

I procent:	Funnet: 1	2	Beräknadt:
ZrO_2	62,04	61,23	61,00
SO_3	26,52	—	26,83.

Berzelius erhöll ett sulfat af denna sammansättning genom att fälla en lösning af zirkonylsulfat med alkohol och tvätta med vatten; och Paykull framstälde samma förening genom att införa en lösning af basiskt zirkonsalt i en stor mängd vatten och koka den därvid bildade fällningen.

6) **Basiska zirkonylsulfatet:** $ZrO.O_2.SO_2 + 2ZrO(OH)_2 + naq$.

Då lösningar af kaliumsulfat och af ett zirkonsalt blandas, utfalla mer eller mindre basiska zirkonylsulfater. De därvid erhållna fällningarne äro starkt förorenade af kaliumsulfat, hvarifrån de endast genom långvarig tvättning och under samtidig sönderdelning kunna till större delen befrias. Äro lösningarne mättade, eller kokas zirkonsaltets lösning med kaliumsulfat i öfverskott, utfaller största delen af zirkonjorden såsom ett amorft pulver; neutraliseras lösningen med kali, utfaller all zirkonjord. Då fällningen tages på filtrum och tvättas med kallt eller varmt vatten, löses en del af sulfatet, hvilken till stor del åter utfaller vid beröring med den förut genomgångna vätskan. Den sålunda tvättade fällningen är fullständigt — om ock med svårighet — löslig i starkare syror; det genom kokning med kaustik amoniak erhållna hydratet löses ock i syror *).

Genom analys af den med varmt vatten tvättade fällningen, fann Berzelius dess sammansättning vara $3ZrO_2, SO_3$, sålunda "$^1/_6$ svafvelsyradt salt"; dessutom innehöll den kali, fast i obetydlig mängd. Vid försök, hvilka jag häröfver anstält, har jag funnit kalihalten ganska vexlande. Vid ett tilltälle erhöll jag i salt, hvarifrån moderluten afsugats och som blott en gång tvättats med kallt vatten, 3,17 % K_2O på 100 % $3ZrO_2, SO_3$. Efter långvarig tvättning

*) Den svårighet, hvarmed syror angripa den med varmt vatten tvättade fällningen föranledde Berzelius till den åsigten, att oxiden genom behandling med kaliumsulfat öfvergått till (olöslig) ᵇzirkonjord (Berzelius uppger, att den är olöslig i svafvelsyra, salpetersyra och saltsyra).

med kallt vatten var kalihalten obetydlig. Att äfven svafvelsyra förloras vid långvarig tvättning — något som redan HERMANN antydt — visar följande försök. Zirkonylsulfat, som erhållits genom att koka en lösning af zirkoniumsulfat med kaliumsulfat, tvättades först med en koncentrerad lösning af kaliumsulfat och därefter, då ingen zirkonjord kunde upptäckas i det genomgångna, med varmt vatten; oaktadt tvättningen fortsattes under 3 dagar, visade det sist genomgångna spår af zirkonsulfat. Genom fällningens kokning med amoniak under flere timmar erhölls ren zirkonjord, som affiltrerades; svafvelsyran bestämdes på vanligt sätt. 0,1593 gr. zirkonjord och 0,0891 gr. svafvelsyrad baryt erhöllos. Förhållandet mellan ZrO_2 och SO_3 var som 3,43 : 1, och preparatet hade sammansättningen $2ZrO . O . SO_2 + 5ZrO(OH)_2$.

Då ofvanstående försök visa, huru det af svafvelsyradt kali fälda basiska zirkonylsaltet småningom vid den behandling med vatten, som för dess erhållande i ren form är nödvändig, förlorar såväl kali som svafvelsyra, ligger det antagandet nära tillhands, att den erhållna fällningen är en sönderdelningsprodukt af ett dubbelsalt mellan zirkonyl- och kaliumsulfat. Ett dylikt dubbelsalt är i själfva verket framstäldt af PAYKULL genom att blanda utspädda lösningar af kristalliseradt zirkoniumsulfat och kaliumsulfat. Ur vätskan, som till en början förblef klar, afsatte sig efter några dagar mikroskopiska kristaller af sammansättningen $2ZrO . O_2 . SO_2 + K_2 . O_2 . SO_2 + 14aq$. Zirkoniums stora benägenhet att bilda ej blott normala utan ock basiska zirkonylsalter samt kaliums ej mindre starkt framträdande tendens att bilda bisulfat förorsaka, att vid användande af koncentrerade lösningar och särskildt vid upphettning något dubbelsalt ej kan erhållas, utan ett basiskt zirkonylsalt utfaller och kaliumbisulfat stannar i lösningen. Och besinnar man vidare, att zirkonjorden, den må vara utfäld såsom hydrat eller basiskt salt, har stor benägenhet att upptaga salter ur moderluten, från hvilka den ej genom tvättning kan befrias, är det konstanta uppträdandet af kali lätt förklarligt. Denna förklaring för uppkomst och sammansättning af den "$^1/_6$ svafvelsyrade zirkonjorden," som till sina grunddrag redan gafs af BERZELIUS — ehuru han synes ha ansett det fälda basiska sulfatet såsom ett slags dubbelsalt och ej blott som en sönderdelningsprodukt af ett sådant — stödes däraf att torium under samma omständigheter förhåller sig på analogt sätt, i så måtto som äfven den bildar ett svårlösligt dubbelsalt med kalium. Den senare föreningen är emellertid en beständig *torium*-förening, under det zirkonjordens, i analogi med dess öfriga salter, är en *zirkonyl*-förening, som lätt öfvergår till ett mera basiskt salt.

Zirkonseleniater:

1) Zirkoniumseleniat: $Zr(O_2.SeO_2)_2 + 4aq.$

Selensyra löser zirkonhydrat ganska lätt. Vid lösningens frivilliga afdunstning afsätter sig en skorpa af små genomskinliga kristaller. De bilda 6- och 4-sidiga taflor, tillhörande hexagonala systemet. I kallt vatten äro kristallerna ganska lätt lösliga, i alkohol liksom i den koncentrerade syran är saltet svårlösligt.

Det kristalliserade saltet håller 4 molekuler vatten, hvaraf 3 bortgå vid 100° och den fjärde först vid 120—130°. Det vattenfria saltet är obetydligt hygroskopiskt.

Analys. 1) 0,727 gr. kristalliseradt seleniat, som tvättats med alkohol och prässats mellan papper, löstes i vatten och behandlades med amoniak. Efter flere timmars kokning under upprepad tillsats af amoniak filtrerades zirkonhydratet. Ur filtratet reduceradas selensyran med saltsyra (till selensyrlighet) och med svafvelsyrlighet till selen. 0,207 gr. ZrO_2 och 0,2495 gr. Se erhöllos.

2) 0,654 gr. med alkohol tvättadt och mellan papper torkadt salt förlorade vid 125° 0,105 gr. H_2O, upphettades sedan under 5 timmar öfver 200° utan märkbar förlust. Vid glödgning återstod 0,1765 gr. ZrO_2.

3) 0,425 gr. salt af samma beredning som i föregående analys förlorade vid upphettning till 100° 0,050 gr. H_2O = 11,76 % (3 molekuler beräknas till 12,09 procent), vid 130° hade tillsammans 0,0682 gr. H_2O bortgått. Efter glödgning återstod 0,1151 gr. ZrO_2.

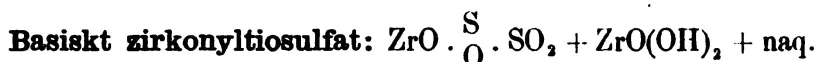
4) 0,8976 gr. salt förlorade vid 130° 0,1445 gr., efter glödgning återstod 0,2484 gr. ZrO_2.

I procent:	Funnet: 1	2	3	4	Beräknadt:
ZrO_2	28,47	26,99	27,08	27,67	27,21
SeO_3	55,31	—	—	—	56,66
H_2O	—	16,06	16,05	16,10	16,13.

Det vattenfria seleniatet är af mig analyseradt i och för atomvigtsbestämning (se sid. 21).

2) Basiskt zirkonylseleniat.

Då kristaller af zirkoniumseleniat lösas i ringa mängd varmt vatten, håller lösningen sig klar; utspädes densamma starkt med kokhett vatten, blir vätskan mjölkig och basiskt salt utfaller; vid upphettning till kokning faller än mera. Den erhållna fällningen tvättades något med varmt vatten och torkades vid 125°. 0,1687 gr. salt lemnade efter glödgning 0,1070 gr. = 63,25 procent ZrO_2. Någon antaglig formel låter sig ej beräkna häraf.



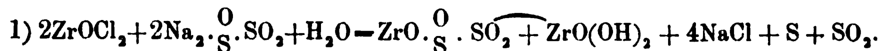
Basiskt zirkonyltiosulfat: $ZrO . \genfrac{}{}{0pt}{}{S}{O} . SO_2 + ZrO(OH)_2 + naq.$

Då kristaller af natriumtiosulfat sättas till en en kall lösning af zirkonylklorid, utvecklas svafvelsyrlighet, och ett gulhvitt, med svafvel tydligen blandadt pulver utfaller. Är lösningen mera sur — såsom då kristalliseradt sulfat användes — blir gasutvecklingen rikligare; tillsättes, innan fällning sker, kali- eller natronhydrat till zirkonlösningen, så att densamma blir så basisk som möjligt, bortgår svafvelsyrlighet i ringa mängd, och svafvel fälles fortfarande.

Efter torkning öfver svafvelsyra pulvriserades de sålunda erhållna preparaten så fint som möjligt och behandlades med kolsvafla, så länge svafvel upptogs. Det numera fullkomligt hvita pulvret löstes endast med svårighet i starka syror under riklig utveckling af svafvelsyrlighet och under afskiljande af svafvel. Dessa reaktioner göra det troligt, att fällningen utgöres af basiskt zirkonyltiosulfat och -sulfit (jämte svafvel), ett antagande, som bestyrkes af analyser å preparater, som jag erhållit under olika förhållanden.

Vid användande af zirkonylklorid föreställer jag mig, att reaktionen förlöper ungefär på följande sätt: $4ZrOCl_2 + 4Na_2 . \genfrac{}{}{0pt}{}{S}{O} . SO_2 + 2aq = ZrO . \genfrac{}{}{0pt}{}{S}{O} . \overset{\frown}{SO_2 + ZrO}(OH)_2 + + ZrO . O_2 . \overset{\frown}{SO + ZrO}(OH)_2 + 2SO_2 + 3S + 8NaCl$ *). — Genom bestämning af zirkon-

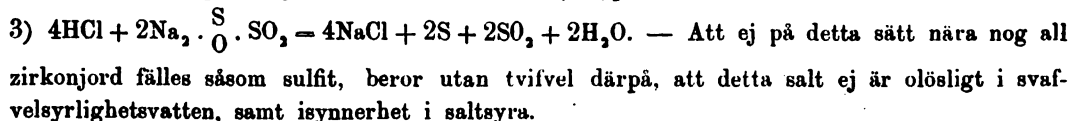
*) Eller rättare med särskiljande af 3 stadier:



1) $2ZrOCl_2 + 2Na_2 . \genfrac{}{}{0pt}{}{O}{S} . SO_2 + H_2O = ZrO . \genfrac{}{}{0pt}{}{O}{S} . \overset{\frown}{SO_2 + ZrO}(OH)_2 + 4NaCl + S + SO_2.$



2) $SO_2 + 2ZrOCl_2 + 3H_2O = ZrO . O_2 . \overset{\frown}{SO + ZrO}(OH)_2 + 4HCl.$



3) $4HCl + 2Na_2 . \genfrac{}{}{0pt}{}{S}{O} . SO_2 = 4NaCl + 2S + 2SO_2 + 2H_2O.$ — Att ej på detta sätt nära nog all zirkonjord fälles såsom sulfit, beror utan tvifvel därpå, att detta salt ej är olösligt i svafvelsyrlighetsvatten, samt isynnerhet i saltsyra.

jorden samt det mekaniskt inblandade och i det zirkonylsalterna ingående svaflet skulle ett kriterium på denna reaktionsformel finnas; tyvärr går en ej obetydlig del af det fint fördelade svaflet genom filtrum, hvadan jag i efterföljande analyser erhållit för litet mekaniskt inblandadt svafvel.

Analys A. Genom att behandla zirkonylklorid med natriumtiosulfat i öfverskott erhölls en blandning af svafvel och zirkonylsalt. 0,6045 gr. sådant salt, torkadt öfver svafvelsyra, löstes i bromvatten, hvartill efter hand sattes saltsyra. Ur lösningen fäldes 0,3553 gr. = 58,81 procent ZrO_2 med amoniak, och ur filtratet därifrån 0,829 gr. $Ba_2 . O_2 . SO_2$ = 18,84 procent svafvel.

B. 1) 0,9655 gr. salt af samma beredning, men som efter torkning behandlats med kolsvafla, lemnade på lika sätt 0,6135 gr. = 63,54 procent ZrO_2 och 0,8586 gr. $Ba . O_2 . SO_2$ eller 12,21 procent S.

2) 1,042 gr. liksom föregående behandladt salt gaf 0,6562 gr. = 63,03 ZrO_2 och 0,9377 gr. $Ba . O_2 . SO_2$ = 12,36 procent S.

Under förutsättning att allt det fria svaflet utdragits af kolsvaflan innehöll sålunda det af tiosulfat i köld fälda, öfver svafvelsyra torkade preparatet:

ZrO_2	58,84
S (fritt)	7,40
S (i zirkonylsalt)	11,41,

under det ofvanstående reaktionsformel jämte fyra molekuler vatten

$$(ZrO . {}^{S}_{O} . \widehat{SO_2 + }ZrO(OH)_2 + ZrO.O_2.\widehat{SO + }ZrO(OH) + 4aq. + 3S) \text{ fordrar}$$

ZrO_2	57,15
S (fritt)	11,31
S (i sulfit och tiosulfat)	11,31.

Då det förefaller något egendomligt, att zirkonyl i denna förening skulle binda svafvel — som bekant kan svafvelzirkonium ej framställas på våta vägen — vill jag påpeka, att den möjligheten ej är utesluten, att ena delen af fällningen är ett dubbelsalt med natron: $\begin{matrix} ZrO . & OH \\ & O \\ Na . & S \end{matrix} . SO_2 + ZrO(OH)_2$. Fällningen håller nämligen natron, liksom alla på likaradt sätt framstälda zirkonsalt; men då den i enlighet med denna formel beräknade natronmängden endast uppgår till ett par procent, kan riktigheten häraf ej genom analys afgöras.

Sker uttällningen af zirkonsaltet under kokning, sönderdelas det bildade tiosulfatet, och fällningen består af svafvelsyrligt salt och svafvel. Då saltet

efter torkning och behandling med kolsvafla sönderdelades af syror, afskildes en knapt märkbar mängd svafvel. Att föreningen, sedan den befriats från inblandadt svafvel, består af sulfit visas äfven af följande *analys.* 0,2374 gr. salt lemnade, då det analyserades såsom föregående preparater, 0,1686 gr. ZrO_2 och 0,1815 gr. $Ba.O_2 . SO_2$.

I procent:	Funnet:	Formeln: $ZrO.O_2.SO + ZrO(OH)_2 + aq$.
ZrO_2	71,02	70,84
S	10,50	9,34.

Zirkonkromat.

Då till en lösning af oxiklorid sättes kromsyra i öfverskott, utfaller ett gulhvitt, amorft pulver, som ej löses i kromsyra, men vid tillsats af saltsyra så småningom sönderdelas. Då fällningen tages på filtrum och länge tvättas, blir dess färg slutligen hvit. Ett prof däraf befans vid lösning i saltsyra och reduktion med vätesvafla ej innehålla kromoxidsalt i märkbar mängd. Den bildade fällningen är sålunda ett mer eller mindre basiskt kromat, som af vatten sönderdelas under frigörande af kromsyra.

Basiskt zirkonylsulfit: $ZrO.O_2.SO + ZrO(OH)_2 + naq$.

Då en lösning af oxiklorid försättes med kalium- eller natriumsulfit, erhålles en hvit, slemmig fällning af basiskt sulfit. Nyss utfäld löser den sig i stort öfverskott af svafvelsyrlighetsvatten och lättare af starka syror. Vid upphettning af en lösning i svafvelsyrlighetsvatten utfaller zirkonjorden så småningom. Tillsättes amoniumsulfit till en lösning af ett zirkonsalt, erhålles till en början en fällning, som emellertid vid tillsats af en tillräcklig mängd sulfit fullständigt löser sig; genom kokning faller zirkonjorden ånyo. I en sådan lösning af amoniumsulfit utfälles zirkonjorden ej af kaustika alkalier *). Af svafvelsyrlighetsvatten angripes hydratet endast med svårighet. Berthier har därpå grundat den förut omnämda metoden att skilja järnoxid från zirkonjord (sid. 14).

Det med svafvelsyrliga alkalier fälda saltet bildar vid torkning spröda porslinsartade klumpar, som knappast lösas i andra syror än koncentrerad svafvel-

*) Hermann i Journ. f. pr. Ch. 31,75.

syra. Då det genom smältning med soda och salpeter visade sig vara ganska svårt att undvika förlust, och då fällningens vattenhalt är af ringa betydelse, analyserades saltet direkt efter tvättning, och endast förhållandet mellan zirkonjorden och syran bestämdes.

Analys. 1) Zirkonylklorid fäldes med natriumsulfit och fällningen tvättades med kallt vatten, först genom dekantering och sedan på filtrum. Den behandlades med bromvatten i öfverskott och med saltsyra. Genom fällning med klorbarium ur starkt saltsur lösning erhölls 0,453 gr. $Ba.O_2.SO_2$, och ur filtratet erhölls med amoniak 0,4775 gr. ZrO_2

2) Kristalliserad oxiklorid löstes i vatten och fäldes med svafvelsyrlighetsvatten; fällningen filtrerades raskt och behandlades såsom föregående med brom och saltsyra. Efter oxidation och lösning kokades under flere timmar med amoniak. Zirkonjorden affiltrerades och i filtratet bestämdes svafvelsyran såsom förut. 0,131 gr. ZrO_2 och 0,119 gr. $Ba.O.SO_2$ erhöllos.

I procent:	Funnet:		Beräknadt:
	1	2	
ZrO_2	79,34	80,03	79,15
SO_2	20,66	19,97	20,85

Den förening, som erhölls genom oxikloridens fällning med natriumsulfit under kokning, hade äfven denna sammansättning. Då fällningen däremot kokades under en längre tid, återstod ett mera basiskt salt med 1 molekul SO_2 på 3,5 molekuler ZrO_2 sålunda: $2ZrO.O_2.SO + 5ZrO(OH)_2$.

Zirkonseleniter:

1) **Zirkoniumselenit:** $Zr(O_2.SeO)_2$.

Zirkoniumselenit erhölls af Nilsson *) genom digerering af basisk selensyrlig zirkonjord med selensyrlighetsanhydrid vid 60°. Det bildade snedt afskurna, 4- och 6-sidiga prismor, som ej löstes af vatten och endast med svårighet af saltsyra.

---

*) "Research. on the salts of selenious acid." i Vetensk. Soc. Förhand. Ups. 1875 s. 114.

2) **Zirkonylselenit**: $ZrO.O_2.SeO + 2aq$.

Lösningar af zirkonsalter fällas af selensyrlighet. Den hvita, amorfa fällningen är knappast löslig i vatten, men lättare i öfverskott af fällningsmedlet. Nyss utfäldt löser sig selenitet lätt i starkare syror, torkadt kan det endast bringas i lösning genom behandling med varm koncentrerad svafvelsyra. Fällningen torkar småningom tillsamman till hvita, ogenomskinliga klumpar.

Analys. 1) Zirkonylselenit torkades öfver svafvelsyra omkring en vecka, då preparatet delvis började få en rödgul färg af afskild selen. 1,327 gr. salt löstes i svafvelsyra, efter lösningens utspädning med vatten reducerades selensyrligheten genom upphettning med svafvelsyrlighetsvatten under 12 timmar på vattenbad. Den utfälda selenen, 0,343 gr., togs på vägdt filtrum, och filtratet behandlades åter med svafvelsyrlighet, hvarvid dock ingen selen fäldes. Genom tillsats af amoniak och kokning därmed utfäldes 0,620 gr. ZrO_2. Vid dennas glödgning förmärktes stark lukt af selensyrlighet.

2) 0,8425 gr. selenit, torkadt såsom föregående, löstes i svafvelsyra, lösningen utspäddes och neutraliserades något med amoniak. Genom försigtig reduktion med natriumbisulfit erhölls 0,225 gr. Se, som vid glödgning visade spår af zirkonjord. Filtratet lemnade efter långvarig kokning med amoniak 0,404 gr. ZrO_2, som höll spår af selensyrlighet. Filtratet från fällningen med amoniak gaf efter behandling med saltsyra och kokning med svafvelsyrlighetsvatten 0,010 gr. Se.

3) 0,106 gr. selenit lemnade efter glödgning 0,048 gr. ZrO_2.

I procent:	Funnet:			Beräknadt:
	1	2	3	
ZrO_2	46,72	47,95	45,26	45,34
SeO_2	(36,47)	39,27	—	41,22
H_2O	—	—	—	12,44.

Svårigheten å ena sidan att erhålla selenen fri från basiska zirkonsalter och å den andra att få all selen utfäld ur den svafvelsura lösningen förklarar den jämförelsevis ringa mängd af selensyrlighet som analyserna, i synnerhet den första, gåfvo. Vid analysen 1) var, oaktadt långvarig behandling med svafvelsyrlighet, ej all selen utfäld, och i 2) kunde en del af den selensyrlighet, som ej reducerats af svafvelsyrligheten, t. o. m. bestämmas i den amoniakaliska lösningen. Här, liksom i allmänhet vid de analyser där jag nödgats genom långvarig kokning

med amoniak befria hydratet från basiskt salt, har den amoniakaliska vätskan genom sin förmåga att angripa de använda glaskärlen orsakat, att den funna mängden zirkonjord blifvit högre än formeln fordrar. Analyserna äro dock tillräckligt öfverensstämmande för att afgöra saltets sammansättning.

Ett annat basiskt salt $3ZrO.O_2.SeO+ZrO(OH)_2+2aq.$ bildas enligt Nilsson, då man sätter natriumselenit till zirkonylklorid. Användandet af alkalisalt i stället för den fria syran är orsaken till bildandet af basiskt zirkonylsalt i stället för normalt.

Basiskt zirkonylkarbonat: $ZrO.O_2.CO+2ZrO(OH)_2+6aq.$

Nyss utfäldt hydrat löser sig i amoniumbikarbonat. Andra kolsyrade alkalier äro däremot utan inverkan. Sättes alkalikarbonat till en lösning af ett zirkonsalt, bildar sig för hvarje tillsatt droppe en hvit, i öfverskott af karbonatet löslig fällning. Bäst erhåller man en lösning af zirkonjord i kolsyrade alkalier, om man, efter Berzelii föreskrift, under beständig omrörning sätter zirkonsaltet i små portioner till karbonatet. Tillsätter man på en gång mer af zirkonsaltet än som genast kan lösas, samlar sig fällningen i stora flockar och blir då ganska svårlöslig. Bikarbonater lösa betydligt lättare än s. k. neutrala kolsyrade alkalier. Ur en mättad lösning fälles genom kokning större delen af zirkonjorden under förlust af kolsyra. Den del af zirkonjorden, som finnes kvar i lösningen, fälles först vid tillsats af salmiak och fortsatt kokning, då det bildade amoniumkarbonatet afdunstar och hydratet utfaller *).

Det af kolsyrade alkalier utfälda saltet är enligt Hermann $^1/_6$ basiskt salt, hvilket lättare än andra olösliga zirkonsalt vid behandling med kokhett vatten förlorar sin syra. Likaså bortgår kolsyran vid torkning i värme. Ofvanstående formel (med 6 molekuler vatten) tillkommer vid 17,5° torkadt karbonat **). Härmed öfverensstämmer, utom till vattenhalt, den analys, som Klaproth å detta salt utfört.

Zirkoniumhydrat upptager kolsyra, om det, nyss utfäldt, uppslammas i kallt vatten, hvari kolsyra under en längre tid inledes. Det härvid bildade karbonatet synes till sammansättning öfverensstämma med nyss beskrifna basiska zirkonylsalt. Då det 1 $^1/_2$ månad torkats öfver svafvelsyra och klorkalcium vid omkring 8°, höll det 8 molekuler vatten.

*) Kongl. Vetensk. Akad. Handl. 1824 s. 315.

**) Journ. f. pr. Ch. 31,75.

Analys. Vid glödgning lemnade 0,9028 gr. salt 0,6028 gr. ZrO_2 och 0,239 gr. H_2O.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
ZrO_2	66,77	65,98
H_2O	26,47	26,06
CO_2 (förlust)	6,76	7,96.

Att hydratet, vid förvaring i öppen luft, därur upptager kolsyra, har Paykull påvisat.

Dessvärre kan ej på grundvalen af karbonatets löslighet i kolsyrade alkalier byggas någon tillförlitlig metod för skiljandet af zirkonjord från närstående oxider. Ty dels löses ej zirkonjorden vid deras närvaro fullständigt, dels går en del af oxiderna lätt i lösningen. Hermann *) har emellertid på denna väg sökt bestämma zirkonjord jämte titansyra (ur hvars oxalat amoniumkarbonat befunnits fälla 93 % af titanmängden). Då han behandlade de blandade kloridlösningarne med oxalsyrad amoniumoxid och sedan göt de därvid bildade oxalaten i en koncentrerad lösning af amoniumkarbonat, utfäldes större delen af titansyran — förorenad af 3 procent zirkonjord — under det att en ej obetydlig del af titansyran fans jämte zirkonjorden i lösningen. Vid det af Hermann anstälda försöket var förhållandet mellan titansyra och zirkonjord sådant, att han ansåg denna lösning bestå af $^1/_6$ titansyrad zirkonjord, en förening, hvars existens väl kan anses vara mycket tvifvelaktig. Mer än troligt är, att man vid ett annat förhållande mellan zirkonjorden och titansyran, än det af Hermann i detta försök använda, erhållit ett annat "basiskt titansyradt zirkonjordsalt."

Zirkoniumsilikat = zirkon: $Zr.O_4.Si$.

Redan förut har jag varit i tillfälle att omnämna hvilken vigtig rol mineralet zirkon spelar bland de i naturen förekommande zirkonföreningarne. Det uppträder ofta i tydliga kristaller, tillhörande det kvadratiska systemet, med en pyramid af 123°19′ polkantvinkel såsom grundform. De zirkonkristaller från Fredriksvärn, hvilka jag användt för framställandet af zirkonpreparater, voro en i allmänhet väl utbildad kombination af grundformen med första eller andra prismat. Till färgen voro de kanelbruna, ogenomskinliga, men genomlysande, och visade stark glans på kristallytorna. Vid glödgning antogo de

*) Journ. f. pr. Ch. 97,337.

en mjölkigt hvit eller ock rödaktig färg. — De enda syror, som angripa mineralet, äro varm, koncentrerad svafvelsyra och fluorvätesyra; dekompositionen sker med svårighet, hvarvid företrädesvis järnet synes angripas.

För att bestämma järnhalten analyserade jag en del af det zirkonpulver, som användes till framställning af zirkonjord. 1,619 gr. mineral dekomponerades genom smältning med surt fluorkalium. Smältan löstes i fluorvätehaltigt vatten; olöst kiselfluorkalium affiltrerades samt tvättades med varmt vatten, tills tvättvattnet efter koncentrering ej visade spår af järn. Filtratet indrefs till torrhet, fluordubbelsalterna sönderdelades med svafvelsyra, och öfverflödig syra fick afryka. Efter lösning och sedan vätskan gjorts mindre sur genom tillsats af natriumkarbonat, inlades kristaller af natriumtiosulfat, hvarefter lösningen upphettades till kokning. Då det emellertid ej lyckades att på detta sätt få all zirkonjord utfäld, afskildes allt järn från ZrO_2 genom att behandla lösningen i saltsyra med amoniak, vinsyra och svafvelamonium. Tillsammans 1,0765 gr. ZrO_2 och 0,0115 gr. Fe_2O_3 erhöllos.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
ZrO_2	66,49	66,85
Fe_2O_3	0,71	—
SiO_2	—	33,15.

Likartade resultat visa de analyser, som äro utförda af Klaproth, Vauquelin, Berzelius och Gibbs. König har i zirkon från Colorado erhållit ända till 9,2 procent järnoxid.

Deville *) har framstält konstgjorda zirkoner genom att leda fluorkisel öfver glödande zirkonjord. I större mängd erhöll han mineralet, då han ledde kiselfluorgas genom ett glasrör, där zirkonjord och kiselsyra hvarftals blifvit inlagda, och upphettade till rödglödgning. En ringa mängd fluorkisel var tillräcklig för att inleda reaktionen.



Basiskt zirkonylacetat: $ZrO . \genfrac{}{}{0pt}{}{O.CO.CH_3}{OH} + aq.$

Upphettas zirkonhydrat i ättiksyra, löses det ganska lätt till en efter koncentrering klibbig vätska. Oaktadt upprepad afdunstning både vid vattenbads värme och under luftpumpen vid vanlig temperatur, har jag ej annat än

*) Ann. de Ch. et Ph. 120,178.

tillfälligtvis en gång sett kristalliniska bildningar af acetat. Såväl en starkt ättiksur som en mera neutral lösning förhöll sig på sätt som följer. Efter afdunstning återstod en ljusgul, genomskinlig, af ättiksyra starkt luktande massa, som småningom söndersprang i mindre glaslika bitar. Saltet, som användes till analys, var framstäldt ur en lösning, som fått afdunsta vid vanlig temperatur, och torkadt till konstant vigt vid 90°.

Analys. 1) 0,578 gr. salt gaf vid förbränning med kopparoxid 0,174 gr. H_2O och 0,255 gr. CO_2.

2) 0,472 gr. på samma sätt erhållet salt gaf 0,290 ZrO_2.

I procent:	Funnet: 1	Funnet: 2	Beräknadt:
ZrO_2	—	61,44	60,91
C	12,03	—	12,02
H	3,34	—	3,01.

Vattenhalten börjar först öfver 100° att bortgå. Vid torkning af acetatet, öfver svafvelsyra och kalihydrat, erhöll jag ej konstant vigt. En analys å ett preparat, som under ett par veckor stått i exsiccator, visade sammansättningen $4ZrO.{}^{O.CO.CH_3}_{OH}+ZrO(O.CO.CH_3)_2+aq$. Häraf framgår att den af ättiksyra starkt rykande massan innehåller en på syra rikare förening, än ofvanstående formel anger. Vid torkning öfver svafvelsyra bortgår vatten och småningom ättiksyra; vid högre temperatur däremot först syra och sedan vatten.

Då acetatet i hög grad liknar den analoga kloriden och nitratet, ligger det antagandet nära till hands, att man under gynsamma omständigheter skulle kunna erhålla den normala zirkonylföreningen och kanske t. o. m. zirkoniumsaltet. De kristaller, som vid ett tillfälle afsatte sig, men vid fortsatt afdunstning förändrades till en amorf massa, bestodo förmodligen af zirkonylacetat.

Zirkonylformiat.

Af myrsyra löses hydratet först vid uppvärmning och bäst vid 70 à 80°. Formiatet är liksom acetatet en zirkonylförening, hvilken det ej lyckats mig att erhålla kristalliserad.

Zirkonoxalater:

1) **Zirkonyloxalat**: $ZrO.O_2.C_2O_2 + 2aq$.

Sätter man oxalsyra i små portioner till en lösning af zirkonylklorid, bildar sig för hvarje tillsats en fällning, som emellertid försvinner vid vätskans omrörning. Använder man en något större portion oxalsyra — med undvikande af öfverskott — erhåller man en fällning, som vid omrörning ej löser sig; efter en tid utfaller än mera oxalat. Hela zirkonjordshalten faller emellertid icke, utan en del oxalat löser sig i den samtidigt bildade fria saltsyran. Tillsättes än mera oxalsyra, löser sig fällningen fullständigt, och om genast en tillräcklig mängd oxalsyra användes, blir lösningen fortfarande klar. På enahanda sätt förhåller sig lösningen af oxiklorid till amoniumoxalat. Det till en början i ringa mängd fälda oxalatet löses lätt af mera amoniumsalt under bildning af dubbelsalt. Zirkoniumsulfat förhåller sig i hufvudsak på samma sätt som oxiklorid. Den vid tillsats af oxalsyra först efter någon tid bildade fällningen löser sig ytterst lätt i en större mängd syra.

Nyss utfäldt hydrat löses med svårighet af oxalsyra under bildning af zirkonyloxalat. Endast om oxalsyra fans i öfverskott, blir lösningen efter någon tid fullständig. Denna reaktion har gifvit Dubois och Silveira anledning att föreslå oxalsyrelösning såsom ett lämpligt reagens att skilja zirkonjord från järnoxid *). De blandade, nyss utfälda oxiderna behandlades med oxalsyra, som vid upphettning bragte järnoxiden fullständigt i lösning, under det zirkonoxalatet skall bli olöst. Härifrån härleder sig den för några årtionden sedan gängse åsigten om zirkonyloxalatets olöslighet i oxalsyra **).

Zirkonyloxalat är en hvit, slemmig fällning, som på filtrum lätt bakar sig samman och bäst till en början tvättas genom dekantering. Af kallt vatten löses det ej alls; tvättas däremot fällningen med varmt vatten, går den till största delen genom filtrum såsom en opaliserande lösning, hvilken vid afsvalning afskiljer oxalat. I syror löser sig oxalatet med största lätthet. Vid tork-

---

*) Ann. de Ch. et Phys. 21,44.

**) A. Sjögren, som vid en analys af katapléit undersökte den därvid erhållna zirkonjorden och fann att den löstes af oxalsyra och att dess salter ej fäldes vid öfverskott af syran eller dess amoniumsalt, framkastade i anledning däraf en förmodan om närvaron af en ny, zirkonjorden liknande jordart (Journ. f. pr. Ch. 55,299).

ning bildar det en klar, genomlysande, gummiartad massa, som snart springer sönder i hårda stycken.

Analys. 1) 0,502 gr. oxalat, torkadt vid 105°, lemnade vid glödgning 0,267 gr. ZrO_2.

2) 0,352 gr. på samma sätt behandladt salt lemnade 0,184 gr. ZrO_2.

3) 0,4785 oxalat förbrändes med kopparoxid, hvarvid 0,0725 gr. H_2O och 0,1815 gr. CO_2 erhöllos.

4) 0,719 gr. salt gaf likaledes 0,100 gr. H_2O och 0,250 gr. CO_2.

I procent:	Funnet: 1	2	3	4	Beräknadt:
ZrO_2	53,19	52,27	—	—	52,95
C	—	—	10,35	9,71	10,45
H	—	—	1,68	1,55	1,74.

Berlin, som utredt zirkonjordens förhållande till oxalsyra *), har genom flere analyser bestämt zirkonjordshalten i zirkonyloxalat, framstäldt af zirkoner från Expailly och af katapleït. Salterna voro framstälda genom oxikloridernas fraktionerade fällning med oxalsyra. Mängden af zirkonjord vexlade mellan 51,90 och 53,19 %. Han anför $2ZrO.O_2.C_2O_2+Zr(O_2.C_2O_2)_2+2aq.$ **) såsom saltets formel, men uppgifver ej någon bestämning af vatten- och oxalsyrehalt.

2) **Zirkonoxalatet**: $2ZrO.O_2.C_2O_2+Zr(O_2.C_2O_2)_2+5aq.$

Zirkoniumoxalat har jag ej lyckats framställa. Det salt, som bildades då zirkonyloxalat löstes i minsta mängd koncentrerad oxalsyrelösning, var ett basiskt salt af sammansättningen $2ZrO.O_2.C_2O_2+Zr(O_2.C_2O_2)_2+5aq.$ Den därvid bildade lösningen öfvergick vid afdunstning till en vattenklar, seg, ganska hygroskopisk massa.

Analys. 0,8085 gr. gaf vid förbränning i syrgas-ström 0,3897 gr. ZrO_2, 0,3848 gr. CO_2 och 0,1156 gr. H_2O.

I procent:	Funnet:	Beräknadt:
ZrO_2	48,20	49,14
C	12,98	12,94
H	1,59	1,35.

Saltet var torkadt vid 90°.

*) Journ. f. pr. Ch. 58,145.

**) Egentligen: $3ZrO, 2C_2O_3+H_2O$.

3) Dubbelsalter med zirkoniumoxalat.

Trenne dubbelsalt af zirkoniumoxalat med alkalimetallernas oxalsyrade salter äro af PAYKULL framstälda. De hafva sammansättningen $Zr(O_2.C_2O_2)_2 + 2R_2.O_2.C_2O_2 + naq$. ($R = K$, Na och H_4N samt $n = 3$ eller 4) och framställas genom att lösa zirkonyloxalat eller nyss utfäldt hydrat i alkali-bioxalat.

Amoniumsaltet, som kristalliserar i oktaëdrar, har jag erhållit, då en med amoniumoxalat försatt lösning af zirkoniumsulfat fick afdunsta.

Zirkonyltartrat: $2ZrO.O_2.C_4O_4H_4 + aq$.

Zirkonhydrat angripes, ehuru med svårighet, af en varm, koncentrerad vinsyrelösning; däremot äro vinsyrade alkalier utan inverkan. Sättes vinsyra till en lösning af ett zirkonsalt, bildas genast en amorf, hvit fällning, löslig i öfverskott af syror och än lättare af alkalier. Nära neutralisationspunkten, då vätskan är svagt sur af vinsyra, utfaller saltet ånyo. Vid behandling med varmt vatten löser sig genast större delen af tartratet, hvadan saltet togs på filtrum och uttvättades med kallt vatten, så länge det genomgångna innehöll klorväte, som uppkommit vid tartratets framställning ur oxikloriden. Filtratet gaf därefter vid fortsatt tvättning tydlig reaktion på vinsyra, till följe af den sönderdelande verkan som vattnet utöfvat. Efter långvarig tvättning var det fortfarande lösligt i alkalier. Vid torkning öfvergår det till en seg massa, som slutligen bildar glaslika bitar, olösliga i syror och alkalier. Vid analys visade sig sammansättningen af sålunda framstäldt, vid 100° torkadt salt vara: $2(2ZrO.O_2.C_4O_4H_4 + ZrO(OH)_2) + 3aq$.

Analys. 1) 0,725 gr. salt lemnade vid glödgning 0,385 gr. ZrO_2.

2) 0,510 gr. salt gaf likaledes 0,2745 gr. ZrO_2.

3) 0,5185 gr., som förbrändes med blykromat, lemnade 0,1005 gr. H_2O och 0,282 gr. CO_2.

4) 0,617 gr. salt gaf likaledes 0,1255 gr. H_2O och 0,328 gr. CO_2.

I procent:	Funnet: 1	2	3	4	Beräknadt:
ZrO_2	53,10	53,80	—	—	54,12
C	—	—	14,83	14,50	14,25
H	—	—	2,15	2,26	1,93.

Emellertid är det sannolikt att den normala zirkonylföreningen bildas vid fällning med vinsyra, ehuru den vid tvättning sönderdelas i vinsyra och ett basiskt salt af nämda sammansättning. Men ej heller detta eger någon större beständighet; ty, då jag fortsatte tvättningen med kallt vatten, så länge filtratet vid afdunstning gaf tydlig reaktion på vinsyra, och analyserade den därvid erhållna återstoden, befans denna utgöras af ett än mera basiskt zirkonyltartrat: $ZrO.O_2.C_4O_4H_4 + ZrO(OH)_2 + 5aq$.

Analys. 1) 0,363 gr., sålunda framstäldt salt, som torkats öfver svafvelsyra, förbrändes med kopparoxid. Därvid erhöllos 0,12325 gr. H_2O och 0,1215 gr. CO_2.

2) Vid glödgning lemnade 0,602 gr. salt af samma beredning 0,303 gr. ZrO_2.

I procent:	Funnet: 1	Funnet: 2	Beräknadt:
ZrO_2	—	50,33	50,31
C	9,13	—	9,93
H	3,77	—	3,32.

I ett annat preparat, som äfven tvättats så länge att intet klorväte kunde påvisas i filtratet, erhöll jag, efter torkning vid 100°, 12,36 % C och 2,24 % H, under det ZrO_2 var = 49,36 %. Detta preparat var tydligen basiskt salt, där förlusten af vinsyra sträckt sig något längre än i det först nämda saltet, men ej så långt som i det sista.

Med kaliumtartrat, hvaraf det basiska zirkonyltartratet löses, synes ingen kristalliserbar förening bildas.

Den förening, som erhålles då kaustikt alkali löser zirkonyltartrat, är tydligen ett mycket basiskt salt. Då först beskrifna basiska zirkonyltartrat löses i kali, synes vätskan innehålla föreningen $K_2.O_2.C_4O_4H_4 + ZrO.O_2.C_4O_4H_4 + 2ZrO(OH)_2$. Sedan den olösta delen af det i ringa öfverskott tillsatta tartratet affiltrerats, fick den klara lösningen afdunsta vid 50°. En genomskinlig, honungsgul, glasartad massa bildades, hvilken äfven efter intorkning löstes i vatten.

Analys. 0,454 gr. salt, som torkats vid 100°, glödgades; den af zirkonjord och kaliumkarbonat bestående återstoden löstes i svafvelsyra; de blandade sulfaterna upphettades så starkt, att allt zirkoniumsalt sönderdelades. Efter behandling med vatten erhölls 0,242 gr. ZrO_2 och i filtratet 0,0895 gr. $K_2.O_2.SO_2$.

Det analyserade preparatet innehöll sålunda 53,30 % ZrO_2 och 10,66 % K_2O, och förhållandet mellan kalium och zirkonium var 1 : 1,84. Då zirkonjorden en vistkvarhåller kali, och den funna zirkonjordshalten sålunda blef för hög, men kalihalten för låg, är det sannolikt att förhållandet i verkligheten är 1 : 1,5, svarande mot nämda formel.

Den plats, som på grund af atomvigten anvisats zirkonium i det naturliga systemet, öfverensstämmer väl med de egenskaper, som vi hos denna metall jämväl i dess föreningar kunnat iakttaga, och låter dess relationer till andra element tydligt framträda. MENDELEJEFFS fjärde grupp utgöres, som bekant, af de företrädesvis 4-atomiga elementerna C, Si, Ti, –, Zr, Sn, –, –, Pb och Th. Bland dessa kunna de två med lägsta atomvigten — C och Si — i förening med syre endast bilda syror (för så vidt kolet uppträder 2-atomigt är dess syreförening indifferent). Redan hos titan börja de basiska egenskaperna att göra sig gällande, så att denna metall liksom zirkonium, tenn och bly uppträder både såsom syre- och basbildare. Hos torium, det sista ledet inom gruppen, har förmågan att uppträda såsom negativ radikalbildare upphört. Söka vid ordna leden inom denna grupp efter de slägtskaper, som de med hvarandra visa, synes zirkonium intaga en ganska egendomlig, man skulle kunna säga förmedlande ställning. Kisel, titan och tenn höra på det närmaste samman, och, i synnerhet de tvänne sistnämda, visa en påfallande likhet med hvarandra, såsom i fluordubbelsalternas och oxidernas isomorfism, i alkalisalternas löslighet och öfverensstämmande sammansättning, uppkomsten af metasyror vid metallernas oxidation med salpetersyra samt i förekomsten af lägre oxider, med motsvarande salter. – Å andra sidan är den konstant 4-atomiga torium ganska skarpt skild från dessa; med bly visar *den*, lika litet som öfriga hithörande metaller, ej någon större öfverensstämmelse.

Jag har redan förut varit i tillfälle att påpeka zirkoniums isomorfi med kisel, titan och tenn, sådan den visar sig i flere fluordubbelsalter samt i kristalliserad zirkonjord, zirkon, rutil och kassiterit. Då bland dessa ämnen titan kommer zirkonium närmast, om ej till atomvigt så i kemiska egenskaper, in-

skränker jag mig till att omnämna några andra likheter, som dessa båda metaller erbjuda, men beklagar att undersökningarna öfver titansyrans föreningar — den enda oxidationsgrad af titan som vid denna jämförelse kan ifrågakomma — äro så få, att min jämförelse kommer att inskränka sig till några enskilda fall; dessa visa emellertid ganska stora analogier. Såsom karakteristiskt för zirkonjorden ha vi funnit dess benägenhet att bilda basiska salter; ej endast normala zirkonylföreningar uppträda ytterst allmänt, utan ock basiska sådana. Titansyran visar samma egenskap i än högre grad. De af Merz *) undersökta, vid närvaro af vatten beständiga, titansyreföreningarne äro alla basiska salter. Så sönderdelas den på torra vägen framstälda tetrakloriden vid beröring med fuktig luft i saltsyra och löslig oxiklorid med sammansättningen $2TiO{}^{OH}_{Cl} + 7aq$. Det genom titansyrehydratets kokning med koncentrerad svafvelsyra uppkomna sulfatet har sammansättningen $TiO.O_2.SO_2$; då detta behandlas med vatten förlorar det så småningom sin svafvelsyrehalt, på några procent när. Att titansyran i sina föreningar med syror företrädesvis bildar basiska salter, visar bland andra föreningar särskildt det ur sur lösning fälda fosfatet, som har sammansättningen $\frac{TiO}{H}.O_3.PO+aq.$ och sålunda är analogt med det jämförelsevis starkt basiska zirkonarseniatet. Då härtill kommer, att både zirkonjorden och titansyran med alkali bilda kristalliniska föreningar af sammansättningen $M_2.O_2.RO$, finnas tillräckliga skäl att ställa de båda metallerna jämte hvarandra.

Torium är ej isomorf, hvarken med zirkonium eller något annat element. Cleve har påvisat, att "nästan alla toriumsalter icke äro analogt sammansatta med motsvarande salter af de treatomiga metallerna yttrium, erbium samt cer, lantan och didym," hvilka emellertid i förhållande till de vanliga reaktionsmedlen visa, näst zirkonium, den största likheten med denna metall. Endast tvänne toriumföreningar af en mot zirkonylsalterna svarande sammansättning äro af Cleve angifna, nämligen kiselfluoriden $Th{}^{(OH)_2}_{Fl_4.SiFl_2}$ och det basiska tartratet $2Th(O_2.C_4O_4H_4)_2 + Th(OH)_4 + 5aq.$ **), men ingendera öfverensstämmer fullständigt med på samma sätt framstäldt zirkonsalt. De af Cleve framstälda trenne toriumfosfaterna äro — frånsedt vattenhalten — af samma konstitution

*) Journ. f. pr. Ch. 99,155.

**) Bihang till Kongl. Sv. Vetensk. Akad. Förhandl. B. 2 N:o 6.

som de af mig beskrifna ortofosfaterna 1) och 3) samt pyrofosfatet. CLEVE anser sina salt i analogi med öfriga toriumföreningar vara föreningar af den 4-atomiga radikalen *torium;* mina äro däremot beskrifna såsom *zirkonyl*-föreningar.

Till de flesta toriumsalt finnes en motsvarande och på lika sätt framställbar zirkonylförening. Jag vill såsom exempel blott nämna, att under det zirkonhydrat torkadt vid 100° har sammansättningen $ZrO(OH)_2$, är toriumhydrat vid samma temperatur $Th(OH)_4$; de analoga dubbelsalterna med platinaklorid äro $ZrOCl_2 + PtCl_4 + 12aq.$ och $ThCl_4 + PtCl_4 + 12aq.$; de ur vattenlösning kristalliserande enkla kloriderna äro $ZrOCl_2 + 8aq.$ och $ThCl_4 + 12aq$; och slutligen är den slemmiga fällning, som bildas då ferrocyankalium blandas med de olika kloriderna, resp. $(ZrO)_2.Cy_6Fe$ och $Th.Cy_6Fe$. Då endast starkare syror bilda zirkoniumföreningar, är det bland dessa syrors salter, som man a priori kunde vänta att finna en fullständig motsvarighet. Emellertid hafva endast de kristalliserande dubbelsalterna med kaliumoxalat öfverensstämmande sammansättning: $\overset{IV}{R}(O_2 . C_2O_2)_2 + 2K_2.O_2.C_2O_2 + 4aq.$ Den konstanta 4-atomigheten är dock så betecknande, och förhållandet till reaktionsmedel så likartadt, att vi måste anse zirkonium såsom föreningslänken mellan torium och öfriga till kiselns grupp hörande metaller.

Utan att däraf draga några slutsatser om hithörande elementers inbördes förhållande vill jag slutligen påpeka en egendomlig relation, som eger rum mellan de flesta af kolgruppens elementer:

	Sn	$117{,}97 = Zr + Si\ (89{,}53 + 28{,}26)$	$117{,}79$
	Pb	$206{,}95 = 2Zr + Si\ (179{,}06 + 28{,}26)$	$207{,}32$
	Th	$233{,}95 = 2Zr + 2Si\ (2 . 117{,}79)$	$235{,}58$
och	Zr	$89{,}53 = C + Si + Ti\ (12 + 28{,}26 + 49{,}96)$	$90{,}22.$

Som bestämningarne af titanens atomvigt synnerligen illa öfverensstämma med hvarandra, kan den sistnämda afvikelsen (90,22 istället för 89,53) vara skenbar *).

*) Samtliga atomvigterna, utom Zr, äro hemtade ur CLARKE's förut nämda arbete "A recalculation of the atomic weights."



Arbeten från Lunds Botaniska Institution.

V.

Anatomiska undersökningar öfver Salicornia, företrädesvis Salicornia herbacea L.

af

AUGUST HULTBERG.

Bland de dicotyledona växtfamiljer, hvilka på ett mer eller mindre abnormt sätt i anatomiskt hänseende afvika från den normala byggnaden, intaga *Chenopodiaceerna* ett framstående rum. De flesta till denna grupp hörande arter visa nemligen, företrädesvis i stammens och rotens tillväxt i tjocklek, en del intressanta företeelser och egendomliga strukturförhållanden, hvilkas förklarande ofta satt mången växtanatom på svårt prof. Också torde en del frågor och detaljer rörande nämnda förhållanden ännu icke vara tillfyllest utredda.

För att erinra om några af dessa egendomligheter i stammens och rotens byggnad vill jag i korthet citera följande uppgifter ur "Notizen ueber den Bau des Holzkörpers einiger Chenopodiaceen von C. A. v. Gernet, Moskau 1859," hvilka här kunna vara af intresse att känna, emedan man genom dem kan, så att säga, framleta en gemensam urtyp för alla *Chenopodiaceer*, som sedan under tidernas lopp allt mer och mer utvecklats samt upplösts i en mångfald typer, hvilka på olika sätt afvika från den ursprungliga.

I ofvannämnda arbete beskrifvas *Chenopodium viride* (Unger l. c. T. XIV. f. 63), *Beta* (Schacht l. c. T. XV. f. 16, 17), *Haloxylon ammodendron* (Basiner), och sjelf har författaren gjort undersökningar öfver *Chenopodium album*, *Salsola Kali*, *Atriplex halymus* samt *Halostachys caspia*. Hos samtliga dessa arter upp-

träda successivt flera concentriska cambialringar på olika sätt, hvarigenom en motsvarande, för olika arter något olikartad vedstruktur uppkommer. Men alldenstund den enåriga stammen visar hos *Chenopodium* flera concentriska lager, hos *Salsola Kali* flera spiralvindningar, synes enligt denne författares åsigt ett egendomligt växtsätt vara utpregladt hos dessa såväl som troligen hos alla *Chenopodiaceer*. Det synes honom, som om en så kallad förtjockningsring, om den öfverhufvudtaget finnes, skulle hos *Chenopodiaceerna* vara af underordnad betydelse, hvaraf äfven saknaden af mergstrålar och andra egendomligheter skulle kunna förklaras. Deremot tillskrifver han detta egendomliga växtsätt ett s. k. "Gesammtcambium," en gemensam nybildningsväfnad, från hvilken all cellbildning skulle framgå, och hvilken hos de olika arterna kan uppträda på mycket olika sätt, bildande strängar, concentriska band, spiraler, som genomdraga vedkroppen. Om sjelfva verksamheten hos detta Gesammtcambium under de olika vegetationsperioderna lemnar han deremot ingen upplysning, hvilket ej heller var att vänta, enär han icke särskildt sysselsatt sig med dessa växters utvecklingshistoria.

Hvad särskildt *Salicornia* beträffar, af hvilket slägte arterna *S. herbacea*, *S. fruticosa*, *S. australis* och *S. species* varit föremål för de undersökningar, hvilkas resultater jag här nedan kommer att framlägga, visar det sig, att detta slägte, ej mindre än de förutnämnda, erbjuder en del högst egendomliga strukturförhållanden och afvikelser med afseende på den anatomiska byggnaden och utvecklingsgången af rotens och stammens olika väfnader. Man skulle kanske också derför med rätta kunna uppställa ifrågavarande slägte såsom en för sig enstående och ganska märklig typ inom *Chenopodiaceernas* grupp.

Det mest karakteristiska för slägtet *Salicornia*, som äfven i morfologiskt afseende ganska väsentligt afviker från andra *Chenopodiaceer*, är utan tvifvel det redan tidigt uppkommande s. k. extrafasciculära cambiet, hvilket återfinnes i så väl rot som stam, och hvilket troligen bör anses vara analogt med det s. k. Gesammtcambiet hos GERNET. I likhet med detta senare förblifver det nemligen en tid bortåt en kraftig bildningshärd för nya elementer, hvilka uppkomma i såväl centrifugal som centripetal rigtning, sålunda på sin yttre sida gifvande upphof åt en sekundär lakunös bark och på den inre sidan åt en sekundär vedring, i hvilken likaledes sekundära vekbastgrupper liksom ligga inbäddade. Vidare är förekomsten af ensamma tracheider såsom de yttersta förgreningarna af de fibrovasalsträngar, hvilka i stammens primära bark bilda ett mer eller mindre tätt nätverk, en ganska egen företeelse, hvilken i förening

med den primära barkens byggnad för öfrigt gör denna väfnad hos *Salicornia* till den icke minst intressanta, i synnerhet vid en jemförelse med motsvarande väfnad i allmänhet hos andra dicotyledona växter. Det torde dock kanske redan här böra påpekas, att ofvannämnda tracheider hos *Salicornia herbacea* icke, såsom hos de tre öfriga arterna, förekomma i stammen, utan äro inskränkta till de små fjällen på stammen, kalkbladen och den blombärande axeln, der de uppträda talrikast. Härtill kommer än ytterligare, att rotens byggnad hos *Salicornia* bibehålles något så när oförändrad ända upp mot hjertbladens bas, att ett högst egendomligt förhållande är rådande med afseende på fibrovasalsträngarnes förlopp på gränsen mellan den hypocotyla och den epicotyla stammen, att de olika staminternodierna, eller stammen på olika höjd, visa merendels en ganska olika byggnad, med flera andra strukturförhållanden, om hvilka det här är öfverflödigt att erinra, men hvilka på sin plats skola närmare behandlas.

Att dessa mina undersökningar i många afseenden äro mycket bristfälliga, är jag alltför villig att erkänna, men torde de kanske ändå i någon mån kunna vara af intresse till belysande och förklarande af analoga förhållanden hos andra *Chenopodiaceer* och möjligen äfven hos andra växter, tillhörande andra grupper, alldenstund de fakta, jag kommer att framlägga, åtminstone hvad *Salicornia herbacea* beträffar, grunda sig på ett fortgående studium öfver rotens och stammens byggnad under dess utveckling från möjligast yngsta till fullt utveckladt stadium.

De uppgifter, som i något afseende beröra detta ämne, äro, för så vidt jag af litteraturen kunnat finna, endast få och afse endast den fullt utvecklade växten, hvaremot jag icke har mig bekant, att någon författare sysselsatt sig med undersökning af väfnaderna i deras första anläggning och successiva utveckling. Sålunda förekommer en del kortfattade notiser om epidermiscellernas form hos *Salicornia* (De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne, s. 33), om klyföppningarna (l. c. sid. 51), om deras ställning i förhållande till längdaxeln (Duval-Jouve, Bulletin de la Soc. bot. de France XV (1868), p. 139), om luftförande tracheiders uppträdande utom kärlknippena i stammen och de fjällformiga bladen hos *Salicornia*-arterna (l. c. p. 140, pl. I.), om kärlknippens förekomst i barken såsom förgreningar af bladspårsträngarne (De Bary l. c. s. 266), om kärlknippenas förlopp (l. c. ss. 309 och 316), om bladens byggnad (l. c. s. 424), om chloro-

phyllparenchymcellernas form i stammen (l. c. s. 425) samt om rotens och stammens sekundära tillväxt (l. c. s. 608).

När jag härtill lägger, att Baron Franz Ungern-Sternberg i sitt arbete "Versuch einer Systematik der Salicornieen, Dorpat 1866" behandlar samtliga till detta slägte hörande arter och söker systematisera dem hufvudsakligen på grund af de morfologiska karaktererna, men endast lemnar några ofullständiga uppgifter om de anatomiska förhållandena, så tror jag mig hafva anfört det vigtigaste, som i litteraturen förekommer öfver hithörande frågor.

Att jag endast hos *Salicornia herbacea* kunnat någorlunda fullständigt följa utvecklingens gång af de olika väfnaderna i så väl rot som stam, beror helt enkelt derpå, att jag blott af denna art kunnat erhålla alla möjliga öfvergångsformer, från den spädaste fröplantan till det fullt utvecklade exemplaret. Huru detta åter varit mig möjligt, derför anser jag mig äfven i korthet böra redogöra.

På hösten 1877 insamlade jag en massa frön från Lomma, Skåne, der ifrågavarande art växer ganska ymnigt, och sökte odla dem i härvarande växthus för att sedan vid mitt arbete hafva ett lätt tillgängligt och på samma gång färskt material. Detta försök misslyckades emellertid så till vida, att endast ett fåtal utvecklade sig och lemnade några svaga plantor, hvilka lefde ett tynande lif och inom kort alldeles dogo bort, oaktadt de erhöllo all möjlig omvårdnad. Sålunda måste jag se mig om efter material på annat sätt. I Juni följande år besökte jag åter samma lokal och fann efter ett flitigt letande en massa helt unga groddplantor, på hvilka ännu endast de köttiga hjertbladen och möjligen första internodiet af den epicotyla stammen voro utbildade. En del af dessa insamlades och lades på sprit, en annan del togs deremot med vidhängande jordklimp och sattes i krukor i mitt hem, der dessa små plantor frodades särdeles väl, hunno sin fulla utveckling och till och med satte mognade frön, så att jag tid efter annan var i tillfälle att undersöka olika stadier.

Hvad *S. fruticosa* åter beträffar, som i några få exemplar finnes representerad i härvarande växthus, har en dylik fortgående undersökning endast varit mig medgifven med afseende på stammens utveckling. — Af de två öfriga arterna, *S. australis* och *S. species*, har jag endast haft till mitt förfogande några grenar af fullt utbildade exemplar, hvarför också undersökningarna beträffande dessa arter inskränka sig till den utbildade stammen. Materialet af den förra arten har benäget lemnats mig af Herr Professor S. Berggren, som under sina resor i Australien och Kalifornien bland andra värdefulla alster äfven insamlade denna *Salicornia*-art. Materialet åter till den senare har godhetsfullt meddelats

mig från Köpenhamns Bot. trädgård genom Herr Professor F. W. C. Areschoug. Denna art lär enligt de uppgifter, jag sedermera kunnat erhålla, härstamma från Callao i Syd-Amerika, hvarifrån den skulle hafva blifvit hemförd af Herr Professor Didrichsen. Med ledning af Ungern-Sternbergs ofvan citerade arbete, "Versuch einer Systematik der Salicornieen," har jag sökt att möjligen närmare bestämma denna art, hvarvid jag i synnerhet med den samma jemfört de i detta arbete upptagna amerikanska formerna. Detta försök har emellertid icke krönts med någon framgång, enär nämnde författare hufvudsakligen, såsom också redan blifvit antydt, skiljer arterna från hvarandra på grund af de morfologiska karaktererna, i synnerhet blommornas antal och anordning, perigoniets och fröets form och utseende m. m. dylikt, om hvilket allt jag icke kan lemna den ringaste upplysning.

Då det i allmänhet är ganska svårt att af succulenta växtdelar erhålla tydliga preparater, har jag låtit det material, som skolat undersökas, en längre tid ligga i sprit, hvarigenom de lösa väfnaderna blifvit betydligt fastare. Snitten hafva oftast genast blifvit behandlade med ättiksyra och glycerin eller ock enligt den s. k. Hansteinska klarningsmetoden (kalihydrat, aftvättning, ättiksyra, ammoniak och glycerin). Dessutom har jag såsom reaktionsmedel på förvedade celler användt chlorzinkjod eller någon gång anilinsulfat.

Efter dessa förutskickade anmärkningar skall jag öfvergå till sjelfva undersökningarna efter följande plan:

I.

Om rotens anatomiska byggnad och utveckling hos *S. herbacea.*

II.

Om den hypocotyla stammens anatomiska byggnad och utveckling hos *S. herbacea.*

III.

Om den egentliga stammens anatomiska byggnad och utveckling hos *S. herbacea.*

IV.

Om stammens anatomiska byggnad hos *S. fruticosa*, *S. australis* och *S. species*, jemförd med byggnaden hos *S. herbacea.*

V.

Om blomställningen och dess byggnad så väl i anatomiskt som ock till en del i morfologiskt hänseende hos *S. herbacea.*

I.

Om rotens anatomiska byggnad och utveckling hos S. herbacea.

För att undersöka rotens byggnad i det möjligast yngsta stadiet användes såsom material de små fröplantorna, som blifvit lagda på sprit, och var deras utseende följande. På gränsen emellan den hypocotyla stammen och den lilla radiculan, som förlängt sig till en liten späd pålrot och efter hela sin längd var besatt med ytterst fina trichombildningar, befans en liten ringformig svulst, hvilken sedermera icke kunde urskiljas på något äldre exemplar. De små tjocka och köttiga hjertbladen, som ofta kunde sitta på något olika höjd midt emot hvarandra, hade en längd af 2—2 $^1/_2$ millimeter, öfver midten en bredd af 1—1 $^1/_2$ millimeter, der äfven tjockleken uppgick till ungefär samma mått. Såsom något sällsynt bör kanske anmärkas, att på några få exemplar funnos 3 kransstälda hjertblad. Hjertbladen, som för öfrigt voro sammanvuxna med hvarandra vid basen, lågo hos de allra yngsta plantorna med innansidorna platt tryckta intill hvarandra och till en del ännu inneslutna inom fröskalet, efter hvars försigtiga borttagande en liten rest af albumen befans qvarsittande på deras spetsar, hvarför man väl här som hos så många andra växter bör anse dem för ett slags sugorganer. Stamknoppen hade endast så till vida utvecklats, att man på vissa exemplar kunde se, huru det första internodiet börjat sträcka på sig.

Den hypocotyla stammen hade en längd, som vexlade ganska betydligt, men vanligen höll sig mellan 5—10 millim. Dess genomskärning strax under hjertbladen hade en diameter af ungefär $^1/_3$—$^1/_2$ millim. Nedåt afsmalnade den alltjemt och öfvergick omärkligt i den lilla pålroten, som kunde uppnå en ganska betydande längd och redan på detta stadium var försedd med en massa hårfina förgreningar. Sjelfva vegetationspunkten med rotmössan har det icke lyckats mig att påträffa.

Ett tvärsnitt mycket långt nere genom sjelfva pålroten på detta stadium eller genom någon af dess förgreningar, hvilka alla hafva samma anatomiska byggnad som sjelfva pålroten, visar, såsom vi af Tab. I fig. 1 lätt skola finna,

att ur urmeristemet redan differentierats såväl epidermis som den primära barken, hvilken innesluter en central procambiumcylinder.

Epidermis, som är mycket späd och ojemn, består utaf en rad rundade och något oregelbundna celler, hvilka till en del utväxa i fina rothår. Epidermiscellerna sjelfva äro också försedda med mycket tunna membraner samt äro till en del liksom inkilade emellan de yttre barkcellerna, hvaraf möjligen den påpekade ojemnheten hos epidermis skulle kunna förklaras. Här innanför följer den af två concentriska cellrader bestående primära barken, af hvilken man tydligtvis kan finna sig föranlåten att urskilja två slag, en yttre och en inre bark, hvardera utgörande en enda cellrad. Cellerna i den förra äro oftast tre till fyra gånger större än cellerna i den senare och hafva i allmänhet sin största utsträckning i radial rigtning, hvarjemte de kunna vara mer eller mindre oregelbundna och olika hvarandra. Den inre barkens celler, som till antalet något så när öfverensstämma med cellerna i den yttre barken, äro, förutom sin litenhet i jemförelse med dessa, äfven mera plattryckta och sträckta i tangential rigtning.

Emellan cellerna i den primära barken förekomma små intercellularrum, till följd deraf att cellerna sjelfva genom ett olika växtsätt skilt sig redan mycket tidigt ifrån hvarandra på vissa punkter af sin periferi. Genom närvaron af dessa små luftförande mellanrum blir den primära barken också mycket lätt att skilja från den af den samma omslutna cambiumcylindern. Denna cylinder eller det så kallade pleromet, såsom Hanstein brukar beteckna denna innersta väfnad, utgöres till en början af mycket små, tunnväggiga och något oregelbundna celler, hvilka gränsa omedelbart upptill hvarandra utan att bilda några intercellularrum. Ett qväfvehaltigt innehåll och en liflig delning äro dessutom utmärkande för cellerna i denna väfnad, som redan på detta stadium låtit ur sig framgå så väl de första kärlen som de första bastelementerna.

Dessa båda slag af primordiala elementer uppträda emellertid icke omedelbart i sjelfva periferien af denna utaf den primära barken omslutna väfnadscylinder, utan det finnes emellan dem och barkparenchymet ännu två concentriska cellager, af hvilka vi anse det yttre såsom en strängslida, det inre såsom ett pericambium. Strängslidan, endodermis (De Bary l. c. s. 129), hvars celler i allmänhet äro lätta att urskilja från närgränsande på det karakteristiska vecket på deras radiala väggar, bildande en liten svart punkt, den s. k.

Caspariska punkten, som dock här icke framträder särdeles tydligt, borde såsom framgången ur den primära barken, hvilket vi längre fram skola söka visa, också rätteligen räknas till denna väfnad, hvars innersta cellrad den således skulle utgöra. Cellerna i denna endodermis äro till antalet något större, till lumen deremot något mindre än cellerna i den inre barken. De äro plattade och något sträckta i tangential rigtning. Dessutom gränsa de omedelbart såväl upptill hvarandra sinsemellan som ock upptill de innanför liggande pericambiumcellerna, hvaremot tydliga mellanrum förefinnas mellan dem och de inre barkcellerna.

Äfven om den egendomliga veckningen på endodermiscellernas radiala väggar icke alltid är så lätt att med bestämdhet kunna påvisa, skall man dock aldrig komma i förlägenhet att förvexla dessa celler med angränsande, alldenstund deras membraner dessutom hafva betydligt skarpare och något mörkare konturer än de upptill liggande, och till följd deraf cellerna sjelfva till sammans framträda såsom en skarpare markerad ring än de öfriga cellraderna.

Pericambiet består här af en rad något polyedriska celler, hvilka i allmänhet till sitt lumen äro mindre än cellerna i strängslidan. Hafvande sin största utsträckning i radial rigtning, gränsa de omedelbart upptill hvarandra och hafva ganska tunna, genomskinliga membraner. I vissa af dessa pericambiumceller märkas tangentiala delningar, hvilka i synnerhet bruka framträda strax utanför de små primordiala kärlgrupperna.

Primordialkärlen uppträda omedelbart innanför detta pericambiumlager på två hvarandra diametralt motsatta periferiska punkter i den innanför liggande cambiumcylindern och bilda två små ganska skarpt markerade grupper. I hvardera af dessa bruka endast förekomma 2—3 små kärl, från hvilka nya sedan uppkomma i centripetal rigtning. En diark anordning af primordialkärlen i roten är således utmärkande för *Salicornia*. Samtidigt med differentieringen af dessa kärl anlägges äfven det primära bastet. Detta uppträder äfven i periferien af den cambiala väfnadscylindern omedelbart upptill pericambiet såsom två små, hvarandra diametralt motsatta och ememellan primordialkärlen belägna cellgrupper. I hvardera af dessa finnas endast högst få, utomordentligt små, polygonala celler med starkt ljusbrytande och något förtjockade membraner, hvilka dock alls icke äro förvedade.

Öfvergå vi härefter till Tab. I, fig. 2, som är en afbildning af ett tvärsnitt genom samma rot, endast något högre upp, eller genom en rot af en något äldre planta, och jemföra den samma med den förut beskrifna, skola vi

visserligen påträffa både samma väfnader och i det väsentligaste samma anordning af de samma, men vi skola tillika lätt finna, att dessa väfnader hvar för sig undergått förändringar, så till vida att de på ett eller annat sätt blifvit mer eller mindre utvecklade. Hvad epidermis sålunda angår, har den icke undergått någon nämnvärd förändring, utan visar fortfarande en ojemn yta. Möjligen har dock en och annan cell liksom fallit till hopa, antagligen till följd deraf, att dess väggar blifvit slappa och icke kunnat emotstå trycket inifrån, som åstadkommits genom de öfriga väfnadernas utveckling.

Annorlunda förhåller det sig deremot med den primära barken. Dess celler hafva tilltagit i omfång äfvensom till antalet förökats, i det nya cellager uppstått, hvartill dessutom kommer, att de små luftförande intercellularrummen blifvit utvidgade till stora lakuner, hvilka hafva sin största utsträckning i radial rigtning och vanligen åtskiljas från hvarandra genom enradiga cellameller. Dessa lakuner påträffas såväl i sjelfva hufvudroten som i alla dess förgreningar, så framt de nemligen hunnit att något vidare utvecklas, enär i motsatt fall de små intercellularrummen ännu bibehållas. Huru som helst, den primära barken i så väl hufvudroten som ock i rotsystemets alla förgreningar blir på detta sätt genomdragen af större eller mindre luftförande mellanrum. Härigenom erhåller den också en svampig och lucker, för respirationen utan tvifvel högst tjenlig och fördelaktig byggnad, ett förhållande, som vi för öfrigt ej sällan påträffa hos en del kärr- och vattenväxter.

Den yttre och den inre barken kunna vi fortfarande med lätthet urskilja från hvarandra. Den förra utgöres allt framgent af endast en rad celler, hvilka bibehållit sin något oregelbundna form. Att den yttre barken högre upp mot rotens bas ofta består af flere celler än längre ned mot spetsen, måste utan tvifvel bero på en tidigt försiggående radial delning i vissa af dess celler. Tangentiala delningar förekomma här deremot aldrig. Innanbarken åter, om vi till den samma äfven hänföra strängslidan, utgöres numera oftast af fyra cellager, så att tydligen två nya tillkommit. Af dess utseende för öfrigt synes det, att den blifvit upplöst i en massa enkla lameller, som hvardera utgöras af vanligen fyra rundade celler, lagrade i en rad utanför hvarandra. I hvarje sådan lamell brukar i allmänhet den innersta cellen vara den minsta, men de andra större, i samma mån som de ligga närmare periferien. Så väl härutaf som på grund deraf, att de lamellerna åtskiljande lakunerna vanligtvis äro bredare i den yttre än i den inre änden, synes det vara sannolikt, att utvecklingen af denna del af den primära barken skett inifrån utåt. Att detta

också verkligen är förhållandet, skola vi lätt finna bekräftadt, om vi något noggrannare undersöka Tab. I, figg. 3 o. 4, hvilka äro afbildningar af tvärsnitt genom en del af roten på två något olika mellanstadier.

Vid rotens första anläggning tyckes det nemligen vara mycket troligt, att vi utom den centrala procambiumcylindern, som sedermera lemnar materialet till det fibrovasala systemet, hafva tre ursprungliga, concentriska cellager. Af dessa öfvergår det yttersta utan några tangentiala delningar i epidermis, det andra likaledes utan några dylika delningar i den yttre barken, hvaremot det innersta cellagret genom tangentiala delningar ger upphof till nya cellager. Fig. 3 visar sålunda, huru de två yttersta ursprungliga cellagren differentierats å ena sidan i epidermis, å andra sidan i ett lager stora celler, hvilka vi med lätthet igenkänna såsom den yttre primära barken. Cellerna i det tredje och innersta lagret äro deremot genom tangentiala delningar delade i två dotterceller, hvilka ligga omedelbart upptill och utanför hvarandra på samma radie. Utom läget tyder dessutom äfven sjelfva formen af hvar och en af dessa små celler oafvisligen derpå, att de verkligen måste vara systerceller, framgångna ur en och samma modercell. De inre sålunda uppkomna dottercellerna bilda till sammans strängslidan antingen utan att dela sig, eller kunna i vissa af dem radiala delningar inträda. Så utvisar samma figur, huru en modercell delat sig genom en tangential delning i två dotterceller, af hvilka den inre genom en radial skiljevägg å nyo delats i två dotterdotterceller, hvilka till sammans hafva en periferi, som fullkomligt passar in med den yttre dottercellens. Dessa strängslidans celler komma inom en ganska kort tid att blifva skarpare markerade än de yttre cellerna, enär deras membraner få en mörkare anstrykning. De yttre dottercellerna återigen bilda till sammans det första cellagret af den inre primära barken, hvilken dock, såsom vi redan funnit, icke länge stannar på denna utvecklingsgrad. Cellerna blifva nemligen å sin sida nya moderceller och dela sig genom äfven tangentiala delningar hvardera i två dotterceller, af hvilka den yttre, utan att vidare delas, öfvergår i en permanent barkcell, den inre deremot å nyo delar sig på samma sätt och så allt fortfarande, till dess tre, fyra eller fem cellager uppkommit, hvaraf den inre barken slutligen skulle komma att utgöras. — Sålunda se vi på fig. 4, att den inre barken redan består af tre concentriska cellager, af hvilka ett par af cellerna i det innersta lagret genom tangentiala delningar delats i två dotterceller hvardera, hvarigenom i stället fyra cellager framträda.

Emellertid, i samma mån som den inre barken genom denna s. k. interme-

diära cellbildning tilltager i tjocklek, utvidgas äfven, och det till följd af trycket inifrån, de längre ut belägna cellerna, eller också kunna någon gång, fastän sällan, radiala delningar i de samma inträda. En naturlig följd af detta tryck blir också, att intercellularrum måste uppkomma, hvilka i sin tur öfvergå till lakuner, som sönderdela den inre barken i de förutnämnda lamellerna, af hvilka hvardera endast består af närbeslägtade celler, framgångna ur en och samma urmodercell.

Sedan vi på detta sätt redogjort för den primära barkens uppkomst och utveckling, skola vi återgå till fig. 2 för att se till, hvilka förändringar de öfriga väfnaderna i roten undergått under dess utveckling till ifrågavarande stadium.

Se vi då först på pericambiet, skola vi lätt finna, att dess celler blifvit mera sträckta i radial rigtning, och att de delningar, som vi redan i första stadiet påträffade, numera uppträda talrikare och i hela pericambiets omkrets, således icke längre uteslutande eller företrädesvis utanför de primordiala kärlen. Oftast är det tangentiala delningar, men radiala äro ingalunda sällsynta. Genom dessa delningar framkomma dels alltjemt nya rotförgreningar i acropetal rigtning, dels framgå härutaf två nya bildningsväfnader, nemligen ett korkcambium och ett s. k. extrafasciculärt cambium, hvilka hvar för sig, fast på mycket olika sätt, bidraga till rotens sekundära tillväxt i tjocklek.

Ur den ursprungliga procambiala väfnaden hafva fortfarande nya kärl uppstått i centripetal rigtning och lagt sig innanför de förut bildade. Denna kärlbildning har slutligen fortskridit ända in till centrum, så att de båda små ursprungliga, diametralt motsatta, primordiala kärlgrupperna på detta sätt blifvit förenade med hvarandra och bilda till sammans med de innanför uppkomna kärlen ett sammanhängande band af kärl, hvilket delar cambiumcylindern i tvenne så när lika stora hälfter. Detta förhållande kunna vi till och med spåra redan ganska tidigt, såsom fig. 1 utvisar. De kärl, som äro belägna ytterst i detta kärlbands båda ändar, äro de minsta och de, som först få membranerna förtjockade, hvaremot de kärl, som komma innanför, få allt större lumen och tunnare membraner, i samma mån som de närma sig centrum, så att det icke alltid är så lätt att med bestämdhet skilja dem från närgränsande cambiumceller. Förvedningen af dessa första kärl synes äfven försiggå i centripetal rigtning ifrån de yttersta, enär dessa hafva något mörkare konturer än de längre in belägna. Sedda i längdsnitt äro de yttersta och tillika först bildade kärlen försedda med täta spiralaflagringar på sina membraners insida

och utgöras således af spiroider, hvaremot de, som sedan uppkomma i centripetal rigtning, oftast utgöras af porösa kärl. Några ringkärl finnas icke. I detta afseende skulle således *Salicornia* öfverensstämma med *Vicia sativa*, der samma förhållande uppgifves ega rum (SOPHIE GOLDSMITH, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Fibrovasalmassen im Stengel und in der Hauptwurzel der Dicotyledonen, Zürich 1876, s. 5) och med *Phaseolus* (DODEL), då deremot VAN TIEGHEM (Recherches sur la symmétrie de structure des plantes vasculaires, I fasc.) tror sig hafva funnit verkliga ringkärl i primordialsträngarne i rötterna hos de mest olika dicotyledona växter.

Sedan emellertid kärlbildningen fortgått en tid emot centrum och gifvit upphof till det ofvannämnda kärlbandet, slår den in på en annan rigtning, till hvilket vi äfven kunna se en antydan i fig. 2. Ur den cambiala väfnaden uppkomma nemligen hädanefter nya kärl till höger och venster om de små primordiala kärlen i tangential rigtning, hvarigenom tydligen äfven det omnämnda kärlbandet måste tilltaga i bredd. — Hvad de båda små primordiala bastgrupperna beträffar, må det endast nämnas, att de genom nya elementers tillkomst blifvit större och i följd häraf också framträda vida tydligare än förut. De utgöras uteslutande af vekbastelementer, ibland hvilka det icke varit mig möjligt att upptäcka några silrör, åtminstone inga fullt utbildade. Hårdbast saknas fullkomligt så väl i roten som i stammen, i hvilket afseende *Salicornia* öfverensstämmer med de flesta andra *Chenopodiaceer*.

Gå vi nu vidare och betrakta afbildningar af tvärsnitt genom ännu äldre rötter, skola vi påträffa en mera invecklad struktur, hvarvid det äfven blir svårare att igenkänna de olika väfnaderna och rätt uppfatta dem, emedan det förut antydda, för *Salicornia*-arterna egendomliga tillväxtsättet i tjocklek numera börjar göra sig gällande. Detta sagda gäller företrädesvis de innanför strängslidan belägna cellväfnaderna. Strängslidan sjelf deremot äfvensom den primära barken och epidermis hafva hvar för sig uppnått sin fulla utveckling, hvarför de förändringar, som i dessa väfnader kunna inträda, i allmänhet inskränka sig dertill, att de olika cellerna till följd af de innanför belägna väfnadernas raska utveckling och det tryck utåt, som deraf måste förorsakas, antaga en mer eller mindre förändrad och ofta vanstäld form. Äfven börja dessa väfnader sjelfva mer eller mindre att desorganiseras, för att slutligen helt och hållet förtorka och affalla.

De gemensamma faktorerna till denna rotens tillväxt och den deraf beroende förändringen i dess anatomiska byggnad äro de äfven förut påpekade nya

bildningsväfnaderna, det extrafasciculära cambiet och korkcambiet, hvilka båda framgått ur pericambiet. Cellerna i detta cellager hade nemligen, såsom vi sett, antagit en mera långsträckt form i radial rigtning, än hvad de förut hade, och voro inbegripna i lifliga delningar. Härvid är förloppet följande, hvilket vi nogsamt skola finna, om vi betrakta och jemföra med hvarandra figg. 5—8, hvilka just framhålla dessa pericambiets delningar och det extrafasciculära cambiets så väl som korkcambiets uppkomst och verksamhet.

Sålunda se vi på fig. 5, huru en pericambiumcell, sedan den i radial rigtning blifvit ungefär dubbelt så lång som bred, blifvit liksom hopknipen på midten och genom en tangential skiljevägg delad i två dotterceller. Af dessa finna vi den inre å nyo delad i två dotterdotterceller genom en tangential vägg, liksom äfven den yttre är delad i två dylika celler, men genom en radial skiljevägg. Att denna radiala delning i den yttre dottercellen ingalunda är konstant, framgår deraf, att jag lika ofta sett tangentiala delningar. Dessa sista synas nästan uteslutande inträda i den inre dottercellen. Härmed må nu förhålla sig huru som helst; dessa båda först uppkomna dotterceller lossna inom kort från hvarandra, hvarefter de, fullkomligt isolerade och oberoende af hvarandra, gå en olika utveckling till mötes, gifvande i förening med andra, på liknande sätt uppkomna celler, upphof till de båda nybildningsväfnader, som vi kalla det extrafasciculära cambiet och korkcambiet. Sålunda är det den inre cellen, som blir ett element uti det extrafasciculära cambiet, hvaremot den yttre öfvergår i en korkcambiumcell. Den förras vidare utveckling sker emellertid vida raskare än den senares; det extrafasciculära cambiet har redan en tid varit i full verksamhet och afgifvit nya elementer både på sin yttre och inre sida, innan egentligen någon uppkomst och differentiering af nya elementer ur korkcambiet eger rum.

På fig. 6 se vi tre stycken celler ur det extrafasciculära cambiet hvar för sig genom tangentiala skiljeväggar delade i två dotterceller. Utanför dessa finna vi åter tre till så väl storlek som form dem liknande celler, hvilka framgått ur samma urmodercambiumceller som dessa och således också äro att betrakta såsom systerceller till dem, hvilket äfven deras läge otvetydigt gifver till känna. Delningar i dessa sist åsyftade celler förekomma icke, utan hafva de omedelbart öfvergått i permanenta celler, emellan hvilka ganska tidigt små intercellularrum uppkommit. Samma figur utvisar emellertid dessutom, huru de yttre af pericambiumcellernas dotterceller, hvilka tydligen komma att ligga omedelbart upptill strängslidan, utvuxit i radial rigtning och ernått ungefär

samma storlek och form som de ursprungliga pericambiumcellerna sjelfva. De äro genom tangentiala skiljeväggar delade hvar och en i sin stad uti två dotterceller, men någon egentlig differentiering ur dessa korkcambiumceller har ännu icke begynt. — Detta senare förhållande se vi deremot hafva inträdt på fig. 7 och ännu mera på fig. 8, hvilka båda utvisa tvärsnitt genom roten i något äldre stadier. På dessa figurer observeras nemligen, huru hvarje korkcambiumeller s. k. phellogencell genom den förutnämnda tangentiala delningen afskilt två celler, af hvilka den yttre antingen omedelbart öfvergått i en korkcell, eller också kan den stundom genom en radial skiljevägg hafva gifvit upphof till två korkceller. Den inre cellen deremot har blifvit en ny korkcambiumcell och har likaledes delat sig tangentialt i två celler, hvilka förhållit sig på samma sätt som de förra och så allt framgent. Likvisst bör framhållas, att phellogencellerna stundom äfven dela sig i radial rigtning, hvarigenom tydligen korkcellradernas antal ökas.

Det extrafasciculära cambiet är på dessa båda stadier äfven i full verksamhet, producerande alltjemt nya elementer så väl utåt som inåt, och vi kunna alltid urskilja de celler, hvilka framgått ur samma urcambiummodercell, emedan de alltid äro anordnade på samma radie. De celler, som bildats inåt och sålunda kommit att ligga på cambiumcellernas insida, bibehålla emellertid icke länge denna sin regelbundna anordning, utan förträngas på ett eller annat sätt och erhålla en mera polygonal form, så att de också bättre kunna passa intill hvarandra utan att lemna några intercellularrum emellan sig, såsom fallet är med de utåt bildade cellerna eller de, som kommit att ligga på cambiets utsida. Dessa antaga och bibehålla nemligen en mera rundad form, ehuru de kunna blifva mer eller mindre hoptryckta, och mellanrummen utvidgas till lakuner, i samma mån som cellernas antal ökas.

Innan vi emellertid vidare sysselsätta oss med denna nybildningsväfnad och de olika väfnader, som i olika rigtningar ur den samma framgå, skola vi se till, huru långt utvecklingen af sjelfva det fibrovasala systemets olika delar fortskridit under tiden för de båda ofvannämnda cambiala väfnadernas uppkomst och första verksamhet.

Det ofvannämnda kärlbandet, som delade den ursprungliga, centralt belägna cambiumcylindern i tvenne lika hälfter, började, såsom vi sågo, äfven att tilltaga i tjocklek genom en från primordialkärlen i tangential rigtning försiggående kärlbildning. Nya kärl differentieras fortfarande ur den cambiala väfnaden och lägga sig upp till de förutvarande, hvarvid tillika en förskjutning

af kärlen sinsemellan kan förmärkas. Resultatet af denna verksamhet blir emellertid inom kort en sammanhängande och något aflång fibrovasalkropp, som har längddimensionen ungefär dubbelt så stor som bredden (Tab. I, fig. 9). I båda ändarne af denna fibrovasalkropp ligga fortfarande de minsta kärlen, hvaremot de största, som äro försedda med porösa förtjockningar, hafva fått ett mer eller mindre centralt läge. Samtidigt med uppkomsten af dessa nya kärl hafva tydligen äfven flere nya vekbastelementer tillkommit, hvarigenom också de två ursprungliga vekbastgrupperna något tilltagit i storlek. Dessa hafva emellertid fortfarande bibehållit sitt sinsemellan diametralt motsatta och med primordialkärlen alternerande läge samt äro genom en liten, ännu resterande del af den cambiala väfnaden skilda från den nämnda fibrovasalkroppen. Denna återstod af den ursprungliga bildningsväfnaden differentieras emellertid slutligen äfven i ved- och bastelementer, så att omsider vekbastgrupperna komma att ligga omedelbart upp till fibrovasalkroppen, en på hvardera sidan (Tab. II, fig. 11)

Sedan sålunda den ursprungliga procambiala väfnadscylindern fullkomligt öfvergått i permanenta väfnader, hvarvid den å ena sidan bildat vekbastelementer, å den andra xylemdelar, företrädesvis kärl, skulle det fibrovasala systemets olika delar icke hafva någon möjlighet för sig att vidare utvecklas genom nya elementers tillkomst, så framt icke en fullkomligt ny bildningshärd uppträdde och på sätt och vis öfvertog den förras roll. Detta är dock, såsom vid redan varit i tillfälle att se, verkliga förhållandet, hvilket också är en utaf de förnämsta egendomligheterna i den anatomiska byggnaden hos denna för öfrigt så egendomliga växt.

På detta stadium, af hvilket fig. 9 utvisar ett tvärsnitt, har redan en sammanhängande cambialzon uppkommit, som just på grund af sitt läge utanför de primära så väl xylem- som bastelementerna fått namn af ett extrafasciculärt cambium. Denna nybildningsväfnad framträder särdeles tydlig och skarpt skild ifrån angränsande väfnader dels genom sitt qväfvehaltiga innehåll, hvilket af chlorzinkjod antager en gulaktig färg, och dels genom cellernas rektangulära form och ytterst tunna membraner. Det är också detta cambium, som genom omvexlande centripetala och centrifugala delningar framalstrar utåt elementer, hvilka efter hand bilda den rundcelliga lakunösa väfnaden, hvartill vi redan här se en svag antydan, inåt andra elementer, hvilka å ena sidan differentieras till sekundära vedelementer, å den andra till likaledes sekundära vekbastelementer. Dessa båda senare slag af elementer hafva dock på ifrågavarande stadium till det väsentligaste bibehållit samma form som de cambium-

moderceller, hvarur de framgått, och deras membraner hafva ännu icke undergått några förändringar i kemiskt hänseende. Dessa finna vi deremot hafva inträdt på det stadium, af hvilket Tab. II, fig. 11 afbildar ett tvärsnitt.

De genom det nya cambiets verksamhet inåt uppkomna cellerna, hvilka till en början lågo ordnade i regelbundna rader så väl med sjelfva modercellerna som med de från dessa utåt afgifna elementerna, hafva numera förlorat denna sin anordning till följd af det tryck, som genom nya cellers uppkomst utöfvats. Formen på cellerna har härunder äfven betydligt förändrats, i det den ifrån att vara mer eller mindre rektangulär blifvit mera polygonal, fyr- eller trekantig, ja ofta mycket oregelbunden. Det väsentligaste är dock, att, under det flertalet af dessa elementer differentierats i sekundära vedelementer, andra åter på vissa ställen af det extrafasciculära cambiets insida öfvergått i vekbastelementer, hvilka bilda sekundära vekbastgrupper. Dessa komma helt naturligt att under nyssnämnda förhållanden liksom ligga inbäddade här och hvar i den sekundära vedmassan, hvilket vi också lätt skola finna vara fallet, om vi betrakta figg. 11 och 13.

Sålunda framgå ur det extrafasciculära cambiet tre vidt skilda väfnader, nemligen utåt en rundcellig, parenchymatisk och lakunös väfnad, inåt sekundär ved och sekundära vekbastgrupper. Beträffande den första af dessa tvenne väfnader, som på det stadium, hvaraf fig. 11 afbildar ett tvärsnitt, uppnått en ganska ansenlig grad af utveckling, torde det vara svårt att gifva en nöjaktig förklaring öfver dess verkliga fysiologiska betydelse och ändamål. Ehuru i topografiskt hänseende ett bast, bör den samma dock kanske rättast betraktas såsom en sekundär bark, som till sin byggnad i det allra väsentligaste öfverensstämmer med den primära barken, hvars funktioner den väl också slutligen torde öfvertaga, sedan denna numera till följd af den innanför belägna korkens raska utveckling till sammans med epidermis och strängslidan börja förtorka och affalla. De yttersta cellerna i denna lakunösa väfnad äro likasom de motsvarande i den primära barken betydligt större än de längre in belägna och hafva derjemte en form, som något så när motsvarar de upptill liggande kork- eller korkcambiumcellerna, hvarför det stundom ser ut, som om de icke skulle hafva samma ursprung som de andra cellerna, utan hafva framgått ur korkcambiet och således borde betraktas såsom ett slags korkbarkceller (se fig. 12). Troligast är dock, att det i sjelfva verket icke förhåller sig så, åtminstone kan jag icke härför framlägga några bestämda fakta. — Gå vi åter till den sekundära veden och de i den samma liggande sekundära vekbastgrupperna, så skola vi

finna, att den förra efter hand fullkomligt omsluter de primära ved- och bastelementerna, och att de senare vid sitt första uppträdande städse synas alternera med de förutvarande, fastän de sedan liksom rubbas ur sitt läge och komma att ligga spridda utan någon bestämd ordning. Till formen någorlunda lika, skilja sig de sekundära ved- och bastelementerna från hvarandra derigenom, att de förra i allmänhet äro betydligt större än de senare. Dessa åter öfverensstämma fullkomligt så väl till sitt qväfvehaltiga innehåll som membranernas utseende och kemiska reaktioner med elementerna i de primära vekbastgrupperna. Cellernas membraner äro nemligen äfven här något förtjockade och starkt ljusbrytande, men blifva ofärgade af chlorzinkjod, under det att de kringliggande xylemelementerna häraf antaga en gul färg. På grund af detta förhållande kunna också samtliga vekbastgrupperna utan någon som helst svårighet urskiljas från den primära så väl som den sekundära vedens olika elementer, hvilket vi nog skola inse, om vi betrakta fig. 13, som utvisar ett tvärsnitt af en del af den fullt utbildade roten.

På detta äldsta stadium hafva epidermis och den primära barken desorganiserats och försvunnit, endast qvarlemnande här och der några brunaktiga, trasiga rester. Strängslidans celler, hvilka efter hand ganska betydligt tilltagit i omfång och blifvit allt mera sträckta i tangential rigtning, hafva äfven drabbats af samma öde — möjligen finnes dock en och annan af dem qvar, hvilken då har en ganska förvillande likhet med en korkcell.

Rotens yttre skydd utgöres således numera utaf kork, som genom delningar i phellogenet alltjemt tillvuxit i centrifugal rigtning och uppnått en ganska ansenlig tjocklek (fig. 12). Cellerna i detta korklager äro oftast aflångt fyrkantiga och anordnade i radiala rader utan några intercellularrum, men kunna äfven vara mer eller mindre oregelbundna så väl med afseende på formen som deras inbördes läge. De yttersta cellerna hafva, såsom varande de äldsta, först fått membranerna förkorkade, hvilket framgår deraf, att dessa af chlorzinkjod antaga en mer eller mindre brunaktig färg, då de innersta cellernas väggar deremot endast få en svagare gul anstrykning. Sedermera tyckes emellertid förkorkningen regelbundet fortskrida i centripetal rigtning. — Hvad slutligen det extrafasciculära cambiet beträffar, har det småningom upphört att vara verksamt och har på detta rotens äldsta stadium fullständigt öfvergått i de tre olika slag af permanenta väfnader, hvilka vi tid efter annan sett ur det samma framkomma, nemligen sekundär bark, sekundär ved och sekundärt vekbast.

Återstår nu endast att med några ord redogöra för de olika väfnadernas utseende på längdsnitt af den fullt utbildade roten och se till, hvilka särskilda elementer förefinnas i den sekundära veden.

Hvad då först korkcellerna beträffar, äro de rektangulära med räta eller något bugtiga väggar, hvarjemte längden är 4—5 gånger större än bredden. Den lakunösa väfnadens elementer utgöras likaledes af aflånga celler med ungefär samma proportioner. Långväggarna äro vågiga, men ändarne tvära eller afrundade; för öfrigt äro membranerna mycket tunna samt blifva ofärgade af chlorzinkjod. Innanför denna väfnad befinner sig den sekundära veden, bestående af kärl- och vedceller, blandade om hvarandra. Kärlen äro uteslutande porösa, sammansatta af en massa celler, radade öfver hvarandra, på hvilka bottnarne oftast äro sneda och genomborrade af ett stort rundt hål. Porerna på deras väggar äro rundade och något så när anordnade i regelbundna rader (Tab. III, fig. 23 *c*). Primordialkärlen voro, såsom vi redan erfarit, ytterst få och försedda med vindningar, som ligga mycket tätt öfver hvarandra. Af vedens öfriga elementer synes man kunna urskilja tvenne slag, prosenchymatiska och parenchymatiska, hvilka senare möjligen torde vara Sanios s. k. "Ersatzfasern." De förra äro öfvervägande, hafva långa och smala spetsar, hvilka skjuta in emellan hvarandra och ofta visa en viss tendens att gaffeldelas (Tab. III, figg. 21 och 22). Deras väggar äro betydligt förtjockade samt försedda med ytterst fina, aflånga och något snedställda porer. Emellan dessa celler uppträda de parenchymatiska elementerna jemförelsevis sparsamt och äro svåra att alltid med full säkerhet urskilja utom förmedelst maceration (salpetersyra och chlorsyradt kali), ty öfvergångsformer emellan dem och de förra finnas, hvilka så godt som upphäfva gränsen dem emellan. De äro i allmänhet kortare, hafva tvära eller något afrundade ändar samt något större porer (Tab. III, fig. 23 *a* och *b*). Hvad slutligen vekbastgrupperna beträffar, synas de, såsom vi redan antydt, endast utgöras af ytterst smala och långa parenchymatiska celler med qväfvehaltigt innehåll.

II.

Om den hypocotyla stammens byggnad och utveckling hos S. herbacea.

Undersöka vi tvärsnitt af denna stamdel på samma små fröplantor, som tjenade till material för studerandet af väfnadernas anordning och utseende i

den ännu mycket späda roten, skola vi med lätthet finna, att den anatomiska byggnaden af dessa båda annars så olika växtdelar här i det allra väsentligaste är den samma.

Vi påträffa sålunda ytterst en epidermis, som dock här är vida jemnare och slätare än på roten, beroende möjligen derpå, att dess celler, såsom varande mera regelbundna och till storleken hvarandra lika, äfven äro mera regelbundet anordnade. Dessa celler äro för öfrigt något aflångt rundade med sin största utsträckning vanligast i radial rigtning, hvarjemte deras membraner till en del äro cuticulariserade och antaga en gulaktig anstrykning af chlorzinkjod. Sedda från ytan äro de aflångt tafvelformiga med längden fyra till åtta gånger större än bredden, hvilken åter oftast är störst på midten, afsmalnande mot ändarne, der bottnarne i allmänhet äro något sneda. Anmärkas bör äfven, att cellerna i likhet med motsvarande hos roten hafva sin största utsträckning parallelt med den hypocotyla stammens längdaxel, hvilket deremot icke är fallet på stammen ofvan hjertbladen, såsom vi längre fram skola blifva i tillfälle att se. Klyföppningar saknas här fullständigt.

Innanför epidermis finnes som vanligt den primära barken, bestående af 3—4 cellager, emellan hvilkas celler intercellularrum uppträda, som dock redan på detta stadium delvis öfvergått till lakuner (Tab. III, fig. 18). Huruvida vi här såsom vid roten äro berättigade att tala om en yttre och en inre bark, derom kunna meningarna vara delade. Säkert är emellertid, att någon så skarp skilnad, hvad storleken beträffar, här icke förefinnes emellan de olika lagrens celler, hvilka äro runda eller något aflånga. Denna senare form tyckes i synnerhet vara utmärkande för cellerna i andra lagret inifrån, hvilka tillika hafva sin största utsträckning i radial rigtning. Hvad för öfrigt cellernas anordning beträffar, synes samma regel göra sig gällande här som i roten, möjligen hafva dock de yttersta cellerna liksom blifvit något rubbade ur sitt ursprungliga läge, alldenstund de ligga något på sidan om de annars regelbundna cellrader, i hvilka den primära barken är delad. På grund af denna den primära barkens i allt väsentligt öfverensstämmande likhet med motsvarande väfnad i roten synes det vara mycket sannolikt, att vid dessa väfnaders utveckling samma intermediära cellbildning gjort sig gällande.

Gå vi ännu längre in emot centrum, påträffa vi strängslidan, hvars celler kanske framträda här ännu tydligare och mera skilda från angränsande, än hvad förhållandet var i roten. För öfrigt gäller om dessa celler hvad som blifvit sagdt om motsvarande celler i roten, då vi likvisst anmärka,

att de här i allmänhet äro mera rundade äfvensom att de lika ofta hafva sin största utsträckning i radial som i tangential rigtning.

Omsluten af strängslidan befinnes en procambiumcylinder, som utgöres af en ytterst fincellig väfnad, i hvilken cellerna äro något polygonala samt här och hvar inbegripna i delningar. Från denna väfnad se vi redan de första kärlen och de första vekbastelementerna differentierade. Dessa båda olika slag af elementer ligga emellertid lika litet här som i roten omedelbart upptill strängslidan, utan äro äfven här skilda från den samma genom ett cellager, som måste betraktas såsom ett pericambium. Cellerna i detta äro föga större än procambiets celler, men utmärka sig likväl ganska betydligt från dessa, dels genom sin mera rektangulära form och dels derigenom, att de alla äro sträckta i radial rigtning. Några delningar i pericambiumcellerna, vare sig tangentiala eller radiala, förmärkas deremot icke på ett så ungt stadium som det, hvaraf fig. 18 afbildar ett tvärsnitt. Annorlunda sågo vi förhållandet vara i roten, der dessa delningar inträdde mycket tidigt för att gifva upphof till de rotförgreningar, hvilka i stor mängd redan voro att finna till och med på den allra yngsta fröplantans lilla späda pålrot. I den hypocotyla stammen börja dessa delningar icke förr än den ursprungliga centrala bildningsväfnaden en längre eller kortare tid ur sig differentierat kärl och vekbastelementer, men då inträffar liksom i roten, att pericambiet ger upphof till två nybildningsväfnader, korkcambiet och det extrafasciculära cambiet, hvilka hvar för sig hafva samma uppgift och verka på alldeles liknande sätt som i roten.

De primordiala kärlen äro fördelade i två små, hvarandra diametralt motsatta grupper, hvilka alternera med de två på liknande sätt anordnade små vekbastgrupperna, hvilka, bestående af ytterst få och fullkomligt liknande elementer som i roten, äfven hafva samma utseende som i denna. I öfverensstämmelse härmed utgöras äfven de första kärlen af ytterst få och trånga s. k. spiroider med mycket täta vindningar.

Följa vi nu dessa särskilda väfnaders vidare utveckling, i det vi granska tvärsnitt af åtskilliga äldre stadier och härunder jemföra dem med motsvarande i roten, skola vi äfven öfverraskas af en påfallande likhet, hvarför vi också helt flygtigt komma att sysselsätta oss härmed och endast rekapitulera det allra väsentligaste.

Från de små primordialkärlen uppkomma nya kärl, som oftast äro porösa, i centripetal rigtning. Detta fortfar, till dess de båda små kärlgrupperna lik-

som vuxit till sammans och bildat ett sammanhängande kärlband, hvarefter kärlbildningen slår in på den tangentiala rigtningen till höger och venster om primordialkärlen, och bildas på så vis slutligen en likadan liten xylemkropp som i roten (Tab. I, fig. 9). Under tiden hafva så småningom äfven de två små primordiala vekbastgrupperna tilltagit i omfång på procambiets bekostnad och blifvit liksom förflyttade omedelbart upptill den nämnda xylemkroppen. Procambiets roll är härmed också utspelad, men öfvertages af det extrafasciculära cambiet, hvilket efter hand uppkommit och såsom en sammanhängande zon af små, ytterst tunnväggiga, i tangential rigtning sträckta och på qväfvehaltigt innehåll rika celler omgifver så väl denna primära xylemkropp som de primära vekbastgrupperna. På grund af denna egendomliga nybildningsväfnads uppkomst och verksamhet blir det äfven för den hypocotyla stammen möjligt att på samma sätt som roten ytterligare tilltaga i tjocklek, i det den samma så väl på sin inre som yttre sida oupphörligt producerar nya elementer.

De sekundära elementer, hvilka sålunda uppkomma på det extrafasciculära cambiets yttre sida, äro rundade och bilda till sammans den egendomliga väfnad, som slutligen blir lakunös, och hvilken vi här såsom i roten rättast böra uppfatta såsom en sekundär bark. De på den inre sidan åter uppkommande elementerna öfvergå dels i sekundära vedelementer och dels i sekundära vekbastceller, hvilka liksom i roten blifva fördelade i spridda grupper här och der i den sekundära veden. Hvad för öfrigt beträffar dessa olika sekundära väfnaders så väl uppkomst och utveckling som närmare sammansättning och utseende, torde det vara tillräckligt att hänvisa till beskrifningen af motsvarande väfnader i roten, alldenstund de i denna senare och den hypocotyla stammen i allt förhålla sig fullkomligt på samma sätt.

Samtidigt med uppkomsten af det extrafasciculära cambiet framgår emellertid äfven, såsom vi påpekat, en annan cambial väfnad ur pericambiet, nemligen ett korkcambium eller phellogen. Denna väfnad står visserligen här, liksom förhållandet var i roten, med afseende på sin verksamhet något efter den andra nybildningsväfnaden, men sedan den engång börjat sin utveckling, fortgår denna sedermera raskt. En mägtig korkväfnad uppkommer inom kort i centrifugal rigtning, så nemligen, att på insidan af redan bildade korklager alltjemt nya sådana bildas ur phellogenet såsom det innersta lagret. Till utseendet och cellernas form öfverensstämmer för öfrigt denna kork mycket noga med korken i roten. Efter hand som denna korkbildning eger rum, börja de utanför liggande cellväfnaderna, nemligen strängslidan, den primära barken och

epidermis att liksom i roten mer eller mindre desorganiseras för att slutligen, med undantag af några få rester, alldeles förtorka och affalla. I utveckladt stadium utgöres således äfven den hypocotyla stamdelens yttre skydd af kork, som också förlänar den samma ett helt annat yttre utseende än i de yngsta stadierna, då denna växtdel, i likhet med den egentliga stammens internodier, är grön och betydligt succulent.

Med denna lemnade korta redogörelse för den hypocotyla stammens anatomiska byggnad hafva vi sökt visa, att denna icke allenast vid väfnadernas första anläggning och differentiering ur urmeristemet, utan äfven sedermera under de olika faserna af deras vidare utveckling i allt förhåller sig väsentligen som i roten, och att sålunda denna senares struktur fortsättes och bibehålles oförändrad ända upp i stammen under cotyledonerna, i närheten af hvilka dock en ganska väsentlig förändring inträder. Ofvannämnda förhållande är ganska anmärkningsvärdt och återfinnes endast sällan hos andra växter, bland hvilka vi endast vilja nämna *Vicia sativa*, der denna abnormitet dock går ännu längre, i det att rotens byggnad med blott få förändringar sträcker sig ända upp i de första internodierna ofvan cotyledonerna (Sophie Goldsmith), och *Phaseolus* (Dodel, Der Uebergang des Dicotyledonen Stengels in die Pfahlwurzel, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik von Dr N. Pringsheim, Achter Band, Leipzig 1872). Då Dodels undersökningar öfver sistnämnda slägte så till vida äro af särskildt intresse att känna, som han just genom dem egentligen var den förste anatom, som lemnade svar på frågan: "huru förhålla sig i allmänhet stammens och rotens elementer till hvarandra vid öfvergången från den förra till den senare," torde det kanske här vara på sin plats, att vi i allra största korthet referera de samma, innan vi söka göra oss reda för, huru det förhåller sig i nämnda afseende särskildt hos *Salicornia*.

Hos samtliga *Phaseolus*-arterna skall enligt nämnde författare den typiska stamkarakteren med afseende på den anatomiska byggnaden tydligen träda i dagen först ofvanom hjertbladen, hvaremot den hypocotyla stammens struktur, i likhet med hvad vi sett hos *Salicornia*, i det närmaste öfverensstämmer med den samma i roten. Till hvardera hjertbladet utgår ett par kärlsträngar, hvilka förlöpa genom hela den hypocotyla stammen och kallas hjertbladens "mediansträngar." De båda strängarne i samma strängpar förblifva genom hela den hypocotyla stammen närmade intill hvarandra. Med dessa två mediansträngpar alternera två andra par af strängar, som i hela den hypocotyla stammen förhålla sig på samma sätt som de första. De två strängarne i dessa sista par

förblifva likaledes närmade intill hvarandra ända från stammens basaldel ända upp till närheten af hjertbladen. Här deremot öfvergår den ene strängen i det ena hjertbladet, den andre i det andra. Hvarje hjertblad skulle sålunda erhålla fyra kärlsträngar, nemligen ett par mediansträngar och två lateralsträngar, af hvilka den ene tillhör det ena, den andre det andra af de laterala strängparen. Till dessa olika kärlsträngar sluta sig vid hjertbladens insertionsställen på ett eller annat sätt kärlsträngarne i första internodiet och bilda sålunda ett mer eller mindre sammanhängande system. Hvart och ett af dessa fyra kärlsträngpar förenar sig vid öfvergången af den hypocotyla stammen i roten till en enda sträng, i det att de två sammanhörande strängarne i den hypocotyla stammen långsamt närma sig hvarandra och slutligen fullständigt sammansmälta med hvarandra till en enda primordialsträng i roten. Motsvarande de fyra primordialsträngparen i den hypocotyla stammen finnes således i roten fyra ensamma primordialsträngar.

Alternerande med de fyra hufvudsträngparen af primordialkärl i den hypocotyla stammen finnas fyra breda lameller af primärt bast. Det till hvar och en af hjertbladens collaterala fibrovasalsträngar hörande phloëmpartiet förenar sig nemligen nedanom hjertbladen med det motsvarande phloëmpartiet af närmast liggande sträng, som hör till närmast liggande hufvudsträngpar, och bildar i förening med detta en oafbruten lamell, som upptager ungefär $^1/_4$ af periferien. Liksom de primordiala kärlsträngarne i den hypocotyla stammen och i första internodiet ofvanom hjertbladen på dessas höjd sluta sig till hvarandra och på så sätt bilda ett sammanhängande system, så sluta sig äfven de till dessa kärlsträngar i ifrågavarande växtdelar hörande primordiala baststrängarne å sin sida till hvarandra och bilda ett motsvarande sammanhängande system. Från den hypocotyla stammen fortsättas de primordiala baststrängarne ända ned genom roten, hvarest de liksom i den förra bilda fyra breda lameller, hvilka alternera med de fyra primordiala kärlsträngarne.

Efter att sålunda i förbigående hafva omnämnt dessa Dodels undersökningar skola vi återvända till vår beskrifning öfver *Salicornia*, hvarvid vi med afseende på de olika väfnadernas anordning och byggnad på gränsen emellan stammen under och det första internodiet ofvanom hjertbladen skola finna ganska egendomliga och komplicerade förhållanden. Den hypocotyla stammen har nemligen, såsom vi skola erfara, strax under hjertbladen, i synnerhet med afseende på anordningen af det fibrovasala systemets olika delar, en något olika struktur än längre ned, liksom å andra sidan en icke mindre i ögonen fallande,

olikhet finnes emellan motsvarande väfnaders anordning uppe på staminternodiet och längst nere på det samma strax ofvanom hjertbladen.

Undersöka vi successiva snitt nedifrån uppåt af den hypocotyla stammen strax under hjertbladen af en helst ung fröplanta, enär tillkomsten af sekundära elementer i icke obetydlig grad försvårar en dylik undersökning af ett mera försigkommet exemplar, skola vi visserligen i allmänhet ännu spåra samma typiska rotbyggnad som längre ned, men vi skola derjemte finna, att fibrovasalkroppen småningom liksom hopsnöres på midten för att slutligen nära nog fullkomligt delas i tvenne hälfter, af hvilka hvardera utgöres utaf en s. k. collateral fibrovasalsträng (Tab. III, fig. 19). Dessa båda collaterala strängar, som för öfrigt hafva samma utseende och sammansättning som den egentliga stammens fibrovasalsträngar, utlöpa en till hvardera hjertbladet i mer eller mindre skarpa vinklar och utgöra sålunda hjertbladens bladspårsträngar. Vid sitt inträde i hjertbladet delar sig i allmänhet fibrovasalsträngen genast i tvenne hufvudarmar, hvilka sedan på olika sätt ytterligare förgrena sig, bildande på så sätt ett ganska tätt nätverk uti sjelfva hjertbladets parenchymmassa. Söka vi åter att närmare göra oss reda för, på hvad sätt dessa båda collaterala strängar uppstått, eller i hvad förhållande deras respektiva xylem- och vekbastelementer stå till motsvarande elementer längre ned i den hypocotyla stammen, så skola vi utan tvifvel anse följande tolkning vara den rigtigaste.

Sedan kärlbildningen fortgått en tid i centripetal rigtning, slår den, såsom redan förut blifvit omnämdt, in på den tangentiala rigtningen, hvarigenom alltjemt nya kärl uppkomma till höger och venster om primordialkärlen och hän emot de båda med dessa alternerande vekbastgrupperna. Härigenom får hvardera af dessa på sin inre sida efter hand en massa kärl, hvilka äfven kunna trängas upp å ömse sidor och såsom tvenne armar omsluta vekbastgruppen. Sedermera erhåller hvarje vekbastgrupp äfven på den yttre sidan kärl och andra vedelementer från det extrafasciculära cambiet.

Hvardera af de två primordiala vekbastgrupperna bildar sålunda till samman med de kärl, hvilka uppkomma å ömse sidor och i tangential rigtning från primordialkärlen, en s. k. collateral fibrovasalsträng, som slutligen blir ganska väl skild från den andra, derigenom att i sjelfva centrum af stammen parenchymceller börja uppträda, hvilka åtskilja kärlen från hvarandra och derigenom äfven komma att något aflägsna de båda fibrovasalkropparne från hvarandra. Dessa parenchymceller börja antyda en merg, som annars fullkomligt

saknas så väl i roten som längre ned i den hypocotyla stammen. I denna mergväfnad kunna vi lätt urskilja en del små kärl, hvilka liksom bilda en sammanhängande rad, som på sätt och vis utgör en gränslinie mellan de båda fibrovasalhälfterna (se fig. 19). Dessa kärl äro dels de primordiala och dels de, som från dem uppkommit i centripetal rigtning. Möjligen tillhör dock ett och annat af dem första internodiets ofvan hjertbladen bladspårsträngar, hvilka med sina ändar skjuta ända hit ned och lägga sig intill och emellan de strängar, som gå till hjertbladen.

I motsats emot hvad vi sett vara förhållandet hos *Phaseolus*, är det således hos *Salicornia* icke de egentligen primordiala kärlsträngarne, som utgå till hjertbladen, men väl de primordiala basststrängarne, hvilka till samman med de från primordialkärlen i tangential rigtning uppkomna kärlen på sätt, som ofvan blifvit beskrifvet, bilda hjertbladens bladspårsträngar.

I sammanhang med redogörelsen för den hypocotyla stammens anatomiska byggnad skola vi äfven nämna några ord om cotyledonerna. Hos *Phaseolus* så väl som många andra växter affalla hjertbladen efter den hypocotyla stammens fulländade sträckning, enär de, sedan de fullständigt lemnat sin reservnäring åt den lilla grodden, numera äro att anse såsom onyttiga organer. Så är deremot icke förhållandet hos *Salicornia*, der nämnda organer qvarsitta ännu gröna och friska en lång tid, efter det att så väl den hypocotyla stammen som åtskilliga af den egentliga stammens internodier ernått sin fulla sträckning. I hvilket fall som helst tyckas de aldrig affalla, utan förblifva ständigt qvarsittande, ehuru förvissnade, i hvilket stadium de dock äro svåra att urskilja. Man får väl derför utan tvifvel antaga, att hjertbladen hos denna växt icke allenast till den lilla grodden lemna den nödiga näringen utan äfven, sedan den hypocotyla stammen fulländat sin sträckning, sjelfva äro i stånd att en längre eller kortare tid producera ny näring och sålunda slutligen utgöra verkliga näringsorganer. Deras förtorkning och desorganisation synes inträda samtidigt med att det första staminternodiets primära bark förvissnar och krymper till samman. — Redan i vinklarne af hjertbladen hos *Salicornia* finnas knoppar, hvilka kunna utvecklas till nya grenar, men stundom förblifva outvecklade eller hvad man kallar "sofvande." — På grund deraf att hjertbladen, såsom ofvan redan är antydt, ofta kunna sitta på något olika höjd, inlöpa icke alltid deras fibrovasalsträngar i den hypocotyla stammen på alldeles samma höjd. För öfrigt möter oss i dessa organer en vanlig bladstruktur, då vi endast anmärka, att epidermiscellerna hafva sin största utsträckning på tvären, vinkelrätt mot bla-

dets axel, hvilket äfven är förhållandet med klyföppningarna, som synas vara anordnade i rader, och hvilkas celler äro försedda med stärkelsekorn. Klyföppningarna äro företrädesvis belägna på den öfra sidan, der hvar och en närmast leder in till en stor aflång andhåla emellan palissadcellerna, hvilka på denna sida under epidermis bilda ett eller två cellager, då deremot den undre sidan utgöres af ett storcelligt svampparenchym.

III.

Om den egentliga stammens anatomiska byggnad och utveckling hos S. herbacea.

Innan vi börja våra undersökningar öfver stammens inre struktur, skola vi först erinra oss några af dess yttre karakterer, alldenstund redan de äro ganska egendomliga och på sätt och vis stå i nära sammanhang med den förra. Som bekant, är stammen eller stjelken, såsom den vanligen benämnes, enkel eller försedd med motsatta, i toppen kolfbärande grenar och utgöres af ett större eller mindra antal internodier, radade öfver hvarandra. Dessa internodier eller stamleder, som i allmänhet efter fulländad sträckning hafva en längd af omkring en centimeter, äro upptill något vidgade och urnupna, men afsmalna ej obetydligt nedåt mot basen, hvilken liksom är inkilad uti och omgifven af närmast undre internodiums öfre, vidgade och något skålformiga del (se Tab. III, fig. 20). I den öfre änden äro de dessutom något plattade, med den längsta diametern af ungefär 2—3 mill., hvaremot de i den nedre änden äro mera rundade och derstädes hafva en diameter af endast 1—2 mill. För öfrigt äro de alla i yngre stadier gröna, köttiga och mycket saftfulla. Efter hand åter som stjelken utvecklas och blir äldre, hopkrymper och förtorkas den sammes yttre, köttiga del nedifrån uppåt, så nemligen, att de nedre internodierna börja blifva brunaktiga och nästan antaga ett vedartadt utseende, medan de öfre fortfarande äro gröna och succulenta. På senhösten deremot, då växten ernått sin fulla utveckling och satt mogna frön, befinnas vanligen alla internodierna på detta sätt förtorkade. Blomkolfvarne bibehålla ännu alltjemt sitt gröna och friska utseende. Egentliga blad saknas, men ersättas af små fjällformiga bildningar, hvilka äro parvis anordnade samt stälda korsvis öfver hvar-

andra. De äro i spetsen försedda med en hinnaktig membran, hvilken äfven sträcker sig ut på sidorna rundt omkring sjelfva leden, bildande en smal ring, som förenar de båda fjällen med hvarandra. Det är också denna lilla membran, som tillsammans med de båda fjällen åstadkommer i internodiets öfre ände den lilla skålformiga fördjupningen, hvilken i sig upptager och innesluter närmast öfre internodiums undre smalare del.

Af stammens anatomiska byggnad tyckes emellertid UNGERN-STERNBERG (l. c. s. 33) funnit sig föranlåten att antaga, att verkliga blad finnas, ehuru de antagit ett mera abnormt utseende än vanligt. Enligt denne författares åsigt skulle nemligen bladen med sina vaginaldelar sammanvuxit så väl sinsemellan som med det internodium, hvartill de höra, endast lemnande sina föga utbildade och fjällformiga laminardelar fria, hvilka sakna skaft samt sitta fästade med bred bas. Härigenom skulle också deras vaginaldelar komma att utgöra den yttre gröna samt köttiga delen af motsvarande internodier och att fungera såsom deras barklager.

Huruvida emellertid denna tolkning är rigtig, torde icke vara så lätt att afgöra, då kanske lika många skäl tala emot som för den samma, hvarför vi också för vår del icke vidare skola inlåta oss på någon diskussion af nämnda spörsmål, utan lemna det samma öppet till framtida besvarande. Säkert är dock, att, om denna UNGERN-STERNBERGS tolkning af ifrågavarande växtdelar vore öfverensstämmande med verkliga förhållandet, det skulle blifva vida lättare att förklara, hvarför stammen efter hand kommer att få ett olika yttre utseende på olika höjd, än hvad nu är fallet. Efter hand nemligen som bladen på vanligt sätt nedifrån uppåt förvissnade och gingo sin undergång till mötes, skulle tydligtvis äfven motsvarande internodier samtidigt förlora det gröna och succulenta utseendet samt i stället antaga ett brunt, vedartadt yttre och beklädas med rester af de förtorkade slidorna.

Sedan vi sålunda i korthet redogjort för stammens yttre habitus, skola vi öfvergå till den inre byggnaden, hvarvid vi liksom förut skola granska och jemföra med hvarandra tvärsnitt af olika stadier.

Betrakta vi sålunda tvärsnitt af ett mycket ungt internodium och undersöka de olika väfnaderna utifrån inåt, så observera vi först en jemn och slät epidermis, hvars celler äro aflångt rundade med den största utsträckningen i tangential rigtning och försedda med något cuticulariserade ytterväggar, enär de af chlorzinkjod antaga en något gulbrun anstrykning. Emellan epidermiscellerna förekomma här och der klyföppningar, hvilkas celler äro försedda med

stärkelse-innehåll. Sedd ifrån ytan afviker epidermis så till vida från den normala byggnaden, att dess celler hafva sin största utsträckning på tvären vinkelrätt emot internodiets längdaxel. Detta epidermiscellernas läge, hvilket vi redan haft tillfälle att iakttaga på hjertbladen, omnämnes äfven af De Bary (l. c. s. 33), som dessutom uppgifver en del andra växter, hos hvilka denna egendomliga utsträckning af epidermiscellerna blifvit funnen, såsom t. ex. på de skarpt afsatta stängellederna hos *Arceuthobium*, på bladen hos *Cycas*, *Encephalartos* m. fl. För öfrigt äro cellerna något oregelbundet tafvelformiga med i allmänhet något tillspetsade ändar, hvilka då skjuta in emellan tvenne närliggande cellers långväggar. Vid tillsats af glycerin och chlorzinkjod får man i hvarje cell tydligt se den gulfärgade cellkärnan samt det likaledes gulfärgade och finkorniga cellinnehållet, hvilket dragit sig till sammans från väggarna, omgifvande kärnan. Äfven klyföppningarna äro sträckta i samma rigtning, hvilket förhållande torde vara ganska ovanligt, men återfinnes hos en del andra växter (l. c. s. 48). De förekomma ytterst talrikt och synas vara anordnade i något så när regelbundna rader. Sjelfva de båda klyföppningscellerna äro halfmånformiga och betydligt mindre än de upptill liggande epidermiscellerna, från hvilka de dessutom lätt skiljas genom sitt af chlorzinkjod blåfärgade stärkelseinnehåll; se för öfrigt Tab. V, fig. 36, hvilken visserligen är en afbildning af epidermis hos *Salicornia species*, men äfven torde kunna gälla för *S. herbacea*, då denna väfnad hos dessa båda arter i allt väsentligt är af fullkomligt samma byggnad och utseende. I längdsnitt framträder klyföppningsapparaten särdeles tydligt, hvarvid det visar sig, att de båda små rundade klyföppningscellerna ligga fullkomligt i samma plan som närliggande epidermisceller och sjelfva ingången till klyföppningen i jemnhöjd med dessas ytterväggar (Tab. I, fig. 10). Från denna öppning, som egentligen bildas utaf två små hakformiga utväxter från klyföppningscellerna, kommer man in till en liten förgård, hvilken, begränsad af klyföppningscellernas mot hvarandra vettande och något cuticulariserade väggar, står genom en trång passage i förbindelse med en liten bakgård. Denna å sin sida står i närmaste samband med den strax innanför klyföppningsapparaten belägna andhålan och derigenom tydligen äfven med den primära barkens öfriga intercellularum, så väl större som mindre.

Innanför epidermis befinner sig den primära barken, som redan mycket tidigt utgöres af två väsentligen skilda lager, en yttre och en inre bark. Den förra består af ett starkt chlorophyllförande palissadparenchym af ett till flera cellager, hvilkas celler äro sträckta i radial rigtning med längden ofta 3—4

gånger större än bredden. För öfrigt äro palissadcellerna derjemte till formen något oregelbundna och liksom förvridna samt försedda med ytterst tunna, ljusbrytande membraner. I cellernas ändar, der bottnarne äro räta, sneda eller något afrundade, befinnes ofta bredden vara högst olika. Härigenom blir tydligen också en följd, att cellerna icke öfverallt gränsa omedelbart upptill hvarandra, utan lemna här och der emellan -dig luftförande mellanrum, af hvilka de största äro de ofvannämnda innanför klyföppningarna belägna andhålen. Den inre barken åter utgöres af en vanlig parenchymatisk väfnad af 3—6 cellager. Dess celler, hvilka, såsom det vill synas, gränsa omedelbart upptill hvarandra, utan att bilda några större intercellularrum, äro ofantligt stora, mer eller mindre oregelbundet polygonala och liksom palissadcellerna försedda med ytterst tunna membraner. — Huru dessa båda olika barklager differentierats ur urmeristemet, eller i hvilket förhållande de vid sin uppkomst stå till hvarandra, har det icke lyckats mig att påvisa. — I det inre barklagret se vi en en massa fibrovasalsträngar förlöpa, hvilka korsa- och förgrena sig ofta, hvarjemte de här och hvar anastomosera med hvarandra. Stundom påträffa vi dem långt inne i den inre barken, men oftast kanske slingra de fram på gränsen emellan denna och palissadparenchymet, ehuru de alls icke gå in emellan cellerna i detta senare. För öfrigt kunna de löpa vertikalt så väl som horizontalt och i alla möjliga sneda rigtningar. De bestå dels af mycket trånga spiralkärl med täta spiralvindningar och dels af ytterst små parenchymatiska vekbastceller, kvilkas membraner äro ljusbrytande, kanske något förtjockade, ehuru icke förvedade, och hvilkas längd är ungefär 6—8 gånger större än bredden (se Tab. IV, fig. 27). Denna figur utvisar visserligen en något schematisk afbildning af ett tvärsnitt genom ett ännu grönt och succulent staminternodium af *S. species*, men torde äfven med afseende på väfnadernas anordning och förhållande till hvarandra kunna gälla för de öfriga *Salicornia*-arterna, alldenstund de i den anatomiska byggnaden till det väsentligaste öfverensstämma med hvarandra.

Söka vi efter dessa fibrovasalsträngars ursprung, så finna vi så väl genom repeterade tvärsnitt som ock genom längdsnitt, att de ej stå i någon förbindelse med stammens fibrovasalring under dennes förlopp i sjelfva internodiet, utan fortlöpa oberoende af den samme. Komma vi deremot upp till sjelfva leden, så se vi, huru ett kärlknippe utgår från internodiets fibrovasalring emot hvartdera af de små, motsatta, fjällformiga bladen och strax vid sitt utgångsställe delar sig i trenne grenar. Af dessa blir en median och fortlöper ända till fjällets

spets, de båda öfriga blifva laterala, en på hvardera sidan om den förra, och sträcka sig genast nedåt i internodiets bark, der de liksom den mediana i fjällets parenchymmassa utsända talrika grenar, hvilka här och der anastomosera med hvarandra. Härigenom bildas ett tätt och sammanhängande nätverk af fibrovasalsträngar, hvilket sträcker sig från det fjällformiga bladets spets ända ned genom hela internodiet och först upphör strax ofvan närmast undre led, utan att förbinda sig med det från detta senare utgående nätverket, hvilket förhållande äfven DUVAL-JOUVE uppgifver såsom i allmänhet förekommande hos *Salicornia*-arterna (DE BARY l. c. s. 309).

Vi se sålunda, att barken, som utgör internodiets gröna och köttiga del, hos denna växt har en högst egendomlig byggnad, utmärkt dels genom sitt chlorophyllförande palissadparenchym, som för öfrigt äfven förekommer hos en del andra växter (l. c. s. 425), dels genom närvaron af s. k. barkfibrovasalsträngar, hvilka enligt samme författare bruka uppträda hos många succulenta växter med förkrympta och outvecklade blad.

Barken öfverensstämmer således med afseende på sin inre struktur i det allra närmaste med bladet i allmänhet samt öfvertager också i sjelfva verket alla dettas funktioner och blir den assimilerande väfnaden. Det torde möjligen också vara på grund häraf som UNGERN-STERNBERG anser denna barkväfnad egentligen utgöras af bladslidor, hvilka, såsom ofvan är nämdt, skulle hafva sammanvuxit så väl sinsemellan som med de motsvarande internodierna. — I sammanhang härmed bör då kanske också nämnas, att sjelfva de små fjällformiga bladen hafva samma byggnad som internodiets gröna köttiga del och verkligen äro omedelbara fortsättningar af den samma (Tab. III, fig. 20).

Vi hafva således en epidermis med klyföppningar af samma byggnad och läge som längre ned på sjelfva internodiet, vidare ett chlorophyllförande palissadparenchym af 3—4 cellager samt slutligen ett chlorophyllfritt och storcelligt parenchymlager af samma utseende som i internodiet, och i hvilket likaledes finnes ett tätt nätverk af fibrovasalsträngar. Detta parenchymlager fortsättes äfven ut på sidorna och bildar till samman med en epidermis den hinnaktiga membran, som förenar de båda fjällen med hvarandra. De celler, som bilda den innersta raden af denna parenchymväfnad, äro så väl i sjelfva fjället som den hinnaktiga membranen betydligt mindre än de öfriga samt dessutom mera regelbundet tafvelformiga, med den största utsträckningen i tangential rigtning. Också bilda de till samman en likadan slät yta på den inre sidan af inter-

nodiets öfre något urhålkade och skålformiga del som epidermis på den yttre sidan.

Såsom en högst egen, företeelse i afseende på de små fjällens byggnad, hvarigenom denna på sätt och vis afviker från den primära barkens byggnad i internodierna, hafva vi att särskildt påpeka förekomsten af s. k. tracheider, hvilka dock uppträda ytterst sparsamt, i det jag aldrig kunnat observera mer än en eller två till samman i hvarje fjäll. Dessa tracheider hafva en betydlig storlek i jemförelse med de omkringliggande cellerna och äro i likhet med kärlen i de nästan alltid omedelbart intill dem löpande fibrovasalsträngarna försedda med täta spiralvindningar, men äro endast föga förvedade. De förlöpa till sin största utsträckning i det inre barklagret, men skjuta äfven in emellan palissadcellerna. Vidare äro de företrädesvis sträckta uppåt och nedåt efter fjällets axel, ehuru de under sitt förlopp äfven synas böjda och antaga åtskilliga sneda rigtningar, i hvilket fall man endast sällan lyckas se dem i hela deras längd. Ehuru fibrovasalsträngar alltid tyckas förlöpa i deras omedelbara granskap, har jag dock aldrig kunnat se något direkt samband dem emellan. Enligt De Bary lär emellertid ett sådant samband finnas hos en del växter, såsom t. ex. *Psoralea bituminosa* (De Bary, l. c. s. 387), der dylika tracheider finnas i stort antal, anordnade i rader, och utgöra de yttersta förgreningarna af fibrovasalsträngarna.

Duval-Jouve (l. c. s. 236), som observerat dylika egendomliga celler hos olika *Salicornia*-arter, på skilda sätt modifierade, menar, att de uppträda alldeles isolerade, utan något som helst samband med fibrovasalsträngarna, ett förhållande som han äfven säger sig hafva iakttagit hos arterna af *Nepenthes* och *Isoëtes*.

Huru härmed än må förhålla sig, hvilket torde vara svårt att med visshet afgöra, synas dessa s. k. tracheider hafva uppkommit genom differentiering af vissa celler i den primära barken. Att de ej äro luftförande, framgår deraf, att man i dem iakttagit såväl protoplasma som cellkärna (M. L. Mangin, Sur le développement des cellules spiralées, Ann. des Sc. Nat. VI:e Ser., Tome XIII, pag. 214).

Hvad deras uppgift slutligen angår, synas de tjena såsom stöd åt den ytterst lösa väfnad, hvari de förekomma, en funktion, som eljest brukar tillkomma de s. k. sclerenchym-cellerna.

Öfvergå vi härefter till sjelfva fibrovasalkroppens byggnad och utveckling, finna vi i ett ännu ungt stadium innanför den primära barken en stor pleromcylinder, närmast omgifven af en rad celler, hvilka sinsemellan äro ganska

olika så väl till form som storlek, gränsa omedelbart upptill hvarandra, utan att bilda några intercellularrum och äro försedda med tydligt stärkelseinnehåll. Denna cellrad bör utan tvifvel anses såsom anlaget till en strängslida, som först senare alltmera differentieras och bättre skiljer sig från de upptill liggande cellraderna i den primära barken, hvars innersta cellager den väl äfven här får anses utgöra.

I pleromcylindern finna vi vanligen fyra till sex collaterala fibrovasalsträngar uppträda, hvilka framgått ur ett motsvarande antal procambiumsträngar, och hvilka äro kretsformigt anordnade. Å ena sidan åtskiljas de från hvarandra genom breda partier utaf mergliknande celler, hvilka sålunda på sätt och vis bilda ett mot fibrovasalsträngarne svarande antal mergstrålar, och å andra sidan äro de aflägsnade från strängslidan genom en eller två cellrader af den innanför denna befintliga grundväfnaden (Tab. IV, fig. 24).

Cellerna i denna grundväfnad eller merg äro aflångt rundade, möjligen något polygonala och oregelbundna, med ytterst små intercellularrum emellan sig. Sinsemellan afvika de dessutom ganska i ögonen fallande med afseende på storleken, men hafva alla något collenchymatiska membraner.

Hvardera af fibrovasalsträngarne åter består af en yttre bast- eller phloemdel och en inre ved- eller xylemdel. Den förre utgöres af ytterst små, starkt ljusbrytande vekbastceller med något förtjockade och liksom collenchymatiska membraner. Hårdbast saknas fullkomligt, hvilket äfven torde gälla med afseende på silrör, åtminstone fullt differentierade. Xylemet å sin sida består af kärl, som äro centrifugalt anordnade, så nemligen, att de minsta och först differentierade ligga innerst i kärlsträngen närmast centrum af tvärsnittet, hvaremot de, som sedermera uppkommit, äro allt större och större samt hafva fått sin plats utanför de förut bildade. Förtjockningen och förvedningen af dessa primordialkärl, hvilka uteslutande äro spiralkärl, försiggår äfven i samma rigtning, alltså inifrån utåt. Några ringkärl hafva lika litet kunnat iakttagas här som i roten och den hypocotyla stammen.

I vissa af fibrovasalsträngarne kunna vi ännu på detta stadium emellan phloëm- och xylempartiet urskilja en från sjelfva procambiet resterande del, det s. k. fasciculära cambiet, från hvilket utåt uppkomma nya vekbastelementer och inåt nya vedelementer. Dess celler äro ytterst tunnväggiga, försedda med qväfvehaltigt innehåll och genom tydliga tangentiala skiljeväggar stadda i lifliga delningar.

Dylika delningar observeras emellertid äfven här och der i cellerna mellan fibrovasalsträngarne, vanligen omedelbart innanför strängslidan äfvensom emellan denna och fibrovasalsträngarnes phloëmdelar (Tab. IV, fig. 24), hvarigenom, såsom vi skola se, uppkomma samma tvenne nybildningsväfnader som i roten och den hypocotyla stammen, nemligen ett korkcambium och ett extrafasciculärt cambium, genom hvilkas verksamhet sekundära elementer framgå och stammen tilltager i tjocklek.

Undersöka vi härefter tvärsnitt af ett något äldre staminternodium (Tab. IV, fig. 25), så skola vi finna, att det ursprungliga cambiet i fibrovasalsträngarne upphört att vara verksamt och fullständigt öfvergått i permanenta väfnader, i det att det å ena sidan producerat nya phloëm- och å den andra nya xylemelementer, hvarigenom också dessa förut s. k. öppna strängar förvandlats till slutna (i Sachs bemärkelse), från hvilka således ej mera någon tillväxt kan försiggå. I stället hafva deremot de ofvannämda delningarna i mergstrålarne och utanför fibrovasalsträngarnes phloëmdelar blifvit allt talrikare. Äfven uppträda de numera regelbundnare utefter hela periferien samt oftast i ett och samma cellager, från strängslidan räknadt, då de förut uppträdde än här än der utan någon vidare bestämd ordning eller i något bestämdt cellager, än ganska långt inne, än längre utåt. Den omedelbara följden häraf blir omsider uppkomsten af en sammanhängande meristemzon, hvilken visserligen i början till en del synes vara interfasciculärt anlagd, men dock slutligen får ett extrafasciculärt läge utanför phloëmpartierna i de primordiala fibrovasalsträngarne, hvilka den sålunda såsom en ring fullkomligt omsluter. Denna meristemzon består emellertid sjelf utaf två på grund af sina produkters olikhet till utseende och sammansättning väsentligen olika nybildningsväfnader, korkcambiet och det här i inskränkt bemärkelse s. k. extrafasciculära cambiet, hvilka dock äro nära befryndade med hvarandra, alldenstund de framgått ur samma urmoderceller. Oftast i det cellager, som ligger omedelbart innanför strängslidan, dela sig nemligen cellerna genom tangentiala skiljeväggar hvardera i tvenne dotterceller, hvilka ännu en tid komma att ligga omedelbart upptill hvarandra och genom sin form och storlek otvetydigt röja samma gemensamma ursprung. I hvardera af dessa sålunda uppkomna dotterceller inträda snart likaledes tangentiala delningar, hvarvid den yttre frambringar kork, och den inre blir en modercell i det extrafasciculära cambiet.

På det stadium, af hvilket fig. 25 utvisar ett tvärsnitt, uppträda dessa båda nybildningsväfnader såsom tvenne concentriska zoner af ytterst tunnväggiga,

med qväfvehaltigt innehåll försedda och i liflig delning stadda celler, hvarvid vi dock kanske torde böra anmärka, att äfven i stammen, liksom i roten och den hypocotyla stammen, korkcambiet med afseende på frambringandet af nya elementer till en början står något efter det extrafasciculära cambiet.

Sålunda utvisar samma figur, huru detta senare genom lifliga delningar, hvilka äfven här äro omvexlande centripetala och centrifugala, framalstrat åtskilliga nya cellager, hvilkas celler äro mer eller mindre rektangulära, med den största utsträckningen i tangential rigtning, och som dessutom äro anordnade i någorlunda regelbundna, radiala rader, så att man oftast med lätthet kan urskilja, hvilka celler framgått ur en och samma modercell. Dessa genom det extrafasciculära cambiets verksamhet sålunda uppkomna nya elementer äro emellertid, innan de blifvit fullkomligt differentierade, ännu mycket lika med så väl sjelfva cambiumcellerna som cellerna i korkcambiet eller det s. k. phellogenet, hvilket under samma tid möjligen endast producerat ett lager korkceller. På grund häraf blir det också till en början icke så lätt att med bestämdhet skilja korkcambiumcellerna å ena sidan från det extrafasciculära cambiets celler och de från dessa uppkomna nya elementerna å den andra.

Beträffande de öfriga väfnaderna i stammen på detta stadium hafva vi endast att anmärka, att strängslidans celler numera framträda skarpare skilda från de upptill liggande cellerna i den inre barken, enär de i allmänhet fått en i tangential rigtning mera utsträckt form samt äfven blifvit regelbundnare och mera jemnstora än förut, då de inre barkcellerna deremot fortfarande äro flere gånger större och till formen hvarandra mycket olika samt vanligen hafva sin största utsträckning i radial rigtning. Dessutom har i mergen den förändringen inträdt, att de närmast centrum belägna cellerna börjat desorganiseras och försvinna, hvarigenom en hålighet uppstått, och staminternodiet sålunda inuti börjat att blifva ihåligt.

Gå vi till ett något ännu äldre stadium, så skola dessa ofvan skildrade förändringar i stammens anatomiska byggnad åtminstone delvis framträda bestämdare och tydligare. Se vi sålunda på Tab. IV, fig. 26, så finna vi en sammanhängande sekundär vedring bildad, som förenar de primordiala fibrovasalsträngarne med hvarandra, hvilka dock äro ganska tydligt skilda från den samma och med sina xylemdelar skjuta in i mergen, bildande den s. k. mergkronan. Att denna vedring utvecklats genom centrifugala delningar i det extrafasciculära cambiet, framgår otvifvelaktigt deraf, att ifrån de redan fullt differentierade cellerna i den samma med deras tydligt förtjockade och förvedade

membraner till de ännu i delning varande cambiumcellerna finnas olika mellanstadier och öfvergångsformer, på hvilka man utan svårighet kan observera, hurusom de längst in belägna väggarna äro de, som först förvedas.

Omvexlande med dessa sekundära vedelementer, hvilka, i samma mån som de genom oupphörligt nya och liknande elementers uppkomst på insidan af cambiumcellerna aflägsnats från dessa, så väl blifvit mer och mer rubbade ur sin förra mera regelbundna anordning, som äfven förlorat den mera regelbundna rektangulära formen, och hvilka utgöras af olika slags vedceller och porösa kärl, har nämda cambium på samma sida äfvenledes gifvit upphof åt ett annat slags elementer, fördelade här och hvar i små grupper. Denna nya produkt måste vi på grund af dess utseende och kemiska reaktioner, liksom i roten och den hypocotyla stammen, utan någon som helst tvekan betrakta såsom ett vekbast, hvars celler äro starkt ljusbrytande och mer eller mindre collenchymatiska såsom de motsvarande i primordialsträngarnes phloëmdelar.

Samma anordning och utseende hos vekbastets elementer uppgifvas äfven förekomma hos åtskilliga *Sedum*-arter, hos hvilka dessutom äfven silrör fullkomligt saknas (Ludwig Koch, Untersuchungen über die Entwickelung der Crassulaceen, Heidelberg 1879).

På den yttre sidan af det extrafasciculära cambiet framträda deremot resultaterna af dettas verksamhet icke så i ögonen fallande. Visserligen hafva äfven här genom centripetala delningar nya elementer tillkommit, ehuru jemförelsevis mycket få, hvilka likväl ännu icke blifvit differentierade, utan fortfarande bibehålla något så när samma form som modercellerna och ännu ligga med dessa i regelbundna rader.

I samma mån emellertid som staminternodiet går sin fulla utveckling till mötes, synes produktionen af nya elementer på det extrafasciculära cambiets utsida äfven blifva allt starkare och starkare, hvarjemte dessa elementer sjelfva börja att afrundas och åtskiljas af små intercellularrum, hvilka å sin sida öfvergå till lakuner. Följden häraf blir också omsider uppkomsten af en likadan rundcellig, parenchymatisk och lakunös väfnad, som den vi funnit utanför den sekundära vedringen i den utbildade roten och den utbildade hypocotyla stammen, i hvilka båda vi uppfattat den samma såsom en sekundär bark (Tab. II, fig. 12). Mest utbildad finna vi denna lakunösa väfnad i de allra nedersta internodierna af en fullt utvecklad planta, på hvilka den primära barken redan förtorkat och desorganiserats, hvaremot den ännu icke framträder fullt differentierad i de högre upp belägna internodierna. Slutligen försvinner

den primära barken äfven på dessa senare, så att den sekundära barken äfven på stammen kommer att ersätta den primära och öfvertaga dennas funktioner.

Den sekundära vedringen tilltager ständigt i tjocklek, hvarjemte vekbastgrupperna förökas och komma att ligga spridda här och der i den samma, så att den på tvärsnitt af de likaledes nedersta och derjemte äldsta internodierna erhåller ett fullkomligt likadant utseende som i roten och den hypocotyla stammen (Tab. II, fig. 13). — Något dylikt finnes äfven hos åtskilliga arter af ofvannämda slägte *Sedum*, t. ex. *Sedum populifolium*, *S. Aizoon* och *S. Telephium* (Koch l. c. ss. 64, 72, 79), hos hvilka äfven utanför de primära kärlgrupperna på sekundärt sätt bildas öppna eller slutna, af s. k. libriformceller bestående vedringar, i hvilka små grupper af kärl och tunnväggiga, parenchymatiska elementer finnas strödda.

Hafva sålunda de ur det extrafasciculära cambiet framgångna sekundära väfnaderna ständigt tillvuxit och ernått rätt ansenliga dimensioner, så har ett motsatt förhållande inträdt i de utanför strängslidan belägna primära väfnaderna, beroende på en omedelbart innanför denna allt lifligare och lifligare ur phellogenet försiggående korkbildning. Liksom i roten och den hypocotyla stammen börja nemligen äfven här mot slutet af vegetationsperioden epidermis, den primära barken och delvis åtminstone äfven strängslidan att desorganiseras och förtorka för att omsider affalla, så att vi slutligen, såsom ofvan blifvit nämdt, på de nedersta internodierna knappast mera skola finna några spår af dem.

Hvad sjelfva korkens utveckling och byggnad beträffar, torde det vara tillräckligt att hänvisa till hvad förut blifvit sagdt om motsvarande väfnad i roten och den hypocotyla stammen, alldenstund den i allt väsentligen förhåller sig på samma sätt som i dessa. Det samma gäller äfven med afseende på den sekundära vedens elementära sammansättning så väl som öfver hufvud taget utseendet af de primära och sekundära väfnaderna på längdsnitt, hvarför vi icke skola särskildt sysselsätta oss dermed.

Återstår nu endast att helt flygtigt redogöra för kärlknippenas förlopp på gränsen emellan tvenne internodier så väl som emellan det nedersta internodiet och den hypocotyla stammen. – Genom repeterade tvärsnitt sågo vi, att fibrovasalkroppen i den hypocotyla stammen strax under hjertbladen liksom delats i tvenne hälfter och gifvit upphof till två på grund af sina olika elementers olika ursprung ganska egendomligt sammansatta collaterala fibrovasalsträngar,

hvilka utgingo i hjertbladen, bildande sålunda dessas bladspårsträngar, och emellan hvilka en mergväfnad börjat uppstå.

Undersöka vi på samma sätt en del successiva snitt omedelbart ofvanom hjertbladen, så skola vi finna en någorlunda motsvarande byggnad. Alternerande med de båda hjertbladens bladspårsträngar eller den hypocotyla stammens ofvan nämda fibrovasalhälfter påträffas nemligen äfven här tvenne liknande fibrovasalkroppar, hvilkas fortsättningar, såsom redan ofvan är antydt, kunna gå ända ned emellan hjertbladens kärlsträngar och till sammans med den hypocotyla stammens primordialkärl liksom uppfylla öppningarna dem emellan. Dessa tvenne i det första internodiets nedersta del sålunda isolerade fibrovasalkroppar, som åtskiljas från hvarandra af en tydlig merg med något kantiga och olika stora celler, äro långsträckta och i tvärsnitt något halfmånformiga (Tab. II, fig. 14). Innerst utgöres hvardera utaf dem af en massa kärl, hvilka till en del skjuta in i mergen och liksom låta fördela sig i bestämda grupper, en omständighet, som redan här ganska tydligt hänvisar på, att de hvar för sig hafva uppstått genom en sammanslutning af vissa utaf de högre upp isolerade och i krets stälda fibrovasalsträngarne. Utanför kärlen åter och sjelfva utifrån omslutna af en del från det extrafasciculära cambiet uppkomna sekundära xylemelementer befinna sig de kärlen motsvarande vekbastcellerna, hvilka till sammans bilda tvenne grupper af samma form som de båda fibrovasalkropparne i sin helhet.

Betrakta vi härefter Tab. II, figg. 37 och 38, hvilka äro schematiska afbildningar af tvenne i sned rigtning och något högre upp tagna tvärsnitt, så skola vi erhålla en, om än kanske något svag, föreställning om, huru ofvannämde två fibrovasalkroppar åter upplösa sig i de enklare fibrovasalsträngar, genom hvilkas sammanslutning de, såsom redan blifvit antydt, skulle hafva uppkommit. Sålunda se vi på fig. 37, hurusom den ene fibrovasalkroppen (*b*) ännu är mycket stor och odelad, medan den andre upplösts i tvenne enklare strängar (*c* och *d*), hvilka så väl sinsemellan som från den förra äro åtskilda genom delar utaf mergen. I öppningarna mellan strängen *b* å ena sidan och strängarne *c* och *d* å den andra kunna vi dessutom ännu, fastän svagt, spåra de till hjertbladen gående fibrovasalsträngarne, hvilket äfven är fallet på fig. 38, der äfven fibrovasalkroppen *b* är upplöst i strängarne *e* och *f*, hvarjemte *c* och *d* tillsammans gifvit upphof åt en ny, mellan dem belägen sträng (*g*), som också till följd af denna sin uppkomst synes vara dubbel. På samma

sätt gifva äfven strängarne *e* och *f* gemensamt upphof till en emellan dem belägen sträng, som tydligtvis äfven kommer att synas dubbel.

På olika tvärsnitt komma sålunda att synas först fyra och sedan sex fibrovasalsträngar, hvilka allt bestämdare och regelbundnare blifva anordnade i en på sätt och vis sluten krets, som omgifver mergväfnaden. Detta förhållande tyckes sedan fortfara upp igenom hela internodiet ända till basen af de små första, med hjertbladen alternerande fjällen. Likvisst kan en eller annan sträng under detta sitt förlopp på ett eller annat sätt klyfva sig och sålunda föröka fibrovasalsträngarnes antal. Upp emot internodiets öfre ände, der strängarne utgå till de små fjällen, öppnas åter den slutna kretsen af fibrovasalsträngar, hvilka i sin ordning å nyo blifva fördelade i två något halfmånformiga hälfter, liksom vid den nedersta änden. Emellan och alternerande med dessa nedskjuta likaledes fortsättningar af närmast öfre internodiums fibrovasalsträngar, som här på gränsen på samma sätt fördelats i två motsvarande och liknande fibrovasalkroppar, hvilka å sin sida längre upp, på sätt som ofvan blifvit beskrifvet, slutligen upplösas i enklare, kretsformigt anordnade strängar.

IV.

Om stammens anatomiska byggnad hos S. fruticosa, S. australis och S. species, jemförd med byggnaden hos S. herbacea.

Då dessa tre arter så väl med afseende på de yttre morfologiska karaktererna som den inre anatomiska byggnaden i det stora hela nära öfverensstämma med *S. herbacea*, komma vi också att vid deras beskrifning fatta oss ytterst kort, endast framhållande de olikheter, hvilka i ett eller annat afseende möjligen kunna finnas och äro af större eller mindre intresse att känna.

Hvad deras yttre habitus beträffar, torde det kanske genast böra påpekas, att *S. fruticosa* är en lägre buskväxt, hvars i äldre stadier förvedade stam är försedd med ganska långa, upprätta grenar, hvilka sjelfva på olika sätt kunna vara förgrenade. Det samma synes äfven vara förhållandet med *S. species*, hvars grenar dock äro mera slaka, nedliggande och möjligen något slingrande. Dessutom utgöras stammen och dennes grenar hos båda dessa arter af till en början gröna och mycket köttiga internodier, hvilka så väl med afseende på

deras utseende för öfrigt som deras inbördes organiska samband i det allra närmaste öfverensstämma med motsvarande hos *S. herbacea* (se Tab. III, fig. 20). Med denna sistnämda art öfverensstämma ifrågavarande två arter äfven deri, att det gröna och succulenta utseendet på stammen så väl som alla dennes förgreningar successivt försvinner nedifrån uppåt, hvarigenom dessa efter hand erhålla ett brunt, vedartadt yttre. Äfven synas de olika dimensionerna för internodierna af dessa båda arter, åtminstone på något så när samma och motsvarande stadium, ganska nära öfverensstämma med motsvarande hos *S. herbacea*. Att döma af den anatomiska byggnaden hos *S. australis*, skulle man kanske finna sig föranlåten, att äfven anse denna form för vedartad, hvilket jag dock ingalunda med bestämdhet vågar afgöra, alldenstund det material, som stått till mitt förfogande, härtill varit alltför ringa. Denna art, som eljest till habitus nära öfverensstämmer med de föregående, är emellertid betydligt gröfre än någon af dessa och tyckes kunna uppnå ganska ansenliga dimensioner. Sålunda kunna blomkolfvarne uppnå en längd af något öfver 30 millim. och på midten 5—7 millim. i diameter, hvarjemte åtminstone de omedelbart under dessa befintliga internodierna hafva en längd af omkring 5—8 millim. och en diameter af 3—5 millim.

Öfvergå vi härefter till den anatomiska byggnaden och jemföra med hvarandra tvärsnitt af de ännu gröna staminternodierna, så skall det beträffande de olika väfnadernas utseende och förhållande till hvarandra blifva lätt att inse, att samma byggnad, som var utmärkande för *S. herbacea*, äfven i hufvudsak är gemensam för dessa öfriga tre *Salicornia*-arter (Tab. IV, fig. 27).

Ytterst finnes således en mer eller mindre jemn och slät epidermis, som bland annat äfven deruti öfverensstämmer med samma väfnad hos *S. herbacea*, att så väl sjelfva epidermiscellerna som klyföppningarna hafva sin största utsträckning på tvären, vinkelrätt emot stammens längdaxel (Tab. V, figg. 35 och 36). Likvisst finnas ganska i ögonen fallande och utan tvifvel på klimatiska förhållanden beroende olikheter med afseende på sjelfva klyföppningsapparatens mer eller mindre ytliga läge och form i allmänhet hos dessa tre arter, hvarför vi något närmare skola sysselsätta oss härmed.

Hos *S. species* ligga de talrika klyföppningarna, i likhet med hvad vi sett vara förhållandet hos *S. herbacea*, ganska ytligt, fastän kanske icke, såsom hos denna, i fullkomligt samma nivå som epidermiscellerna, hvilka äfven här äro något rundadt tafvelformiga och försedda med tydlig cellkärna, omkring hvilken protoplasmat, efter tillsats af glycerin, dragit sig till sammans och lossnat från

cellväggarna (Tab. V, figg. 32 och 36). För öfrigt äro äfven sjelfva klyföppningscellerna hos ifrågavarande art till form och storlek nära öfverensstämmande med dem hos *S. herbacea*,[1] hvarjemte, liksom hos denna senare, framför ingången till den lilla förgården befinnas två små hakformiga utväxter. Hos de båda andra arterna, *S. fruticosa* och *S. australis*, hafva epidermiscellerna äfven något så när samma form som hos de förut nämda, men utmärkas i synnerhet genom sina starkt förtjockade och cuticulariserade ytterväggar. Hvad som emellertid mest med afseende på byggnaden och utseendet af epidermis karakteriserar dessa två arter i jemförelse med *S. herbacea* och *S. species* måste utan tvifvel vara den omständigheten, att sjelfva klyföppningscellerna ligga djupt under epidermiscellernas nivå och således icke kunna, såsom eljest brukar vara fallet, framträda på ett tangentialsnitt, utan förmedelst en djupare inställning af mikroskopet (Tab. V, fig. 35). I stället för klyföppningsceller kunna vi nemligen på den afdragna epidermis endast här och der emellan dess celler se springformiga öppningar, hvilka äro sträckta i samma rigtning som epidermiscellerna sjelfva och äro något vidgade midt på, men afsmalna mot båda ändarne. Hvarje sådan öppning leder in till en mer eller mindre flask- eller lyrformig kanal, i hvars botten sjelfva klyföppningsapparaten är belägen. På längdsnitt deremot framträda så väl klyföppningscellerna som den till dessa utifrån ledande kanalen särdeles tydligt (Tab. V, figg. 33 o. 34).

Hos båda arterna förhålla sig för öfrigt så väl sjelfva klyföppningsapparaten som de denna omgifvande epidermiscellerna på alldeles enahanda sätt. På längdsnitt synas dessa senare vara något mera sträckta på tvären än de öfriga epidermiscellerna, hvarför de liksom komma att skjuta något längre in i det innanför liggande palissadparenchymet. Härjemte äro de på de mot klyföppningscellerna vettande sidorna, hvilkas yttre hälfter äfven befinnas vara betydligt cuticulariserade, något intryckta och erhålla i följd häraf ett något så när njurformigt utseende. I dessa något nafvelformiga fördjupningar på epidermiscellernas mot hvarandra vettande sidor befinna sig de båda ojemförligt mindre klyföppningscellerna, hvilka i likhet med de omgifvande epidermiscellerna hafva de yttre väggarna betydligt förtjockade och cuticulariserade. På samma sätt, fastän icke i så hög grad, synas äfven klyföppningscellernas innersta väggar kunna blifva mer eller mindre förtjockade. I bottnen af den flask- eller lyrformiga kanalen, hvars inre sidor äro beklädda af cuticula, och som för öfrigt är vidast inåt, men afsmalnar utåt, finnes sjelfva ingången till klyföppningen,

och denna ingång begränsas utåt af tvenne små hakformiga utskott af sjelfva cuticulan.

Undersöka vi härefter den primära barken, så skola vi finna, att äfven denna hos dessa tre arter i allt väsentligt förhåller sig på samma sätt som hos *S. herbacea*, ehuru äfven här åtskilliga egendomligheter finnas, hvilka hos sistnämda art fullkomligt saknas (Tab. IV, fig. 27). Vi hafva sålunda att äfven här skilja emellan en yttre och en inre bark, af hvilka den förra utgöres af ett, två till tre cell-lager mägtigt, chlorophyllförande palissadparenchym, hvars celler, åtminstone hos *S. fruticosa* och *S. australis*, dessutom äro särdeles rika på stärkelsekorn. Detta palissadparenchym, som äfven hos nämda arter är den egentligen assimilerande väfnaden, fortsättes icke utefter hela internodiets längd, utan upphör på dettas nedre, något smalare del, hvilken är liksom inkilad och nedsänkt uti den slida, som bildas genom sammanväxning af de från närmast undre internodium utgående fjällen (Tab. III, fig. 20), i följd hvaraf den primära barken på samma del endast kommer att utgöras af innanbark. Samma förhållande är för öfrigt äfven rådande hos *S. herbacea*, ehuru vi vid undersökningen och beskrifningen af den samma icke fäste någon särskild uppmärksamhet dervid. Karakteristiskt för palissadparenchymet hos dessa tre arter, hvarigenom de i hög grad afvika från *S. herbacea*, är förekomsten af ensamma s. k. tracheider här och der emellan dess celler. Hos *S. species* och *S. australis* förekomma de, liksom för öfrigt äfven hos *S. fruticosa*, ytterst talrikt, men likna hos de två förstnämda fullkomligt de s. k. tracheider, hvilka hos *S. herbacea* äro inskränkta till blomkolfvarne och de små fjällen (Tab. IV, fig. 27, o. Tab. V, fig. 31). Sålunda äro de liksom dessa försedda med täta spiralaflagringar på de annars ganska tunna membranerna och kunna uppnå en rätt ansenlig storlek. Beträffande för öfrigt deras förlopp, ändamål och möjliga samband med de alltid i deras omedelbara närhet förlöpande barkfibrovasalsträngarne, torde det vara tillräckligt att hänvisa till redogörelsen för de små fjällens byggnad, der dessa egendomliga celler blifvit närmare beskrifna och tolkade. Hos *S. fruticosa* åter äro de s. k. tracheiderna väsentligen olika de förut omnämda så väl till utseende som byggnad. Försedda med ytterst ringa lumen, hafva de väggarna betydligt förtjockade och till och med något förvedade, enär de af chlorzinkjod antaga en gulaktig färg, men sakna hvarje spår till spiralaflagringar (Tab. IV, fig. 29). För öfrigt äro dessa sålunda något sclerenchymatiska celler till formen långsträckta och hafva en viss tendens att på ett eller annat sätt förgrena sig.

Med de s. k. tracheiderna hos de andra arterna öfverensstämma de deruti, att deras förlopp är högst oregelbundet, och att barkfibrovasalsträngar alltid förlöpa i deras omedelbara granskap. — Hvad innanbarken beträffar hos dessa tre ifrågavarande arter, liknar den så väl i afseende på cellernas form och storlek som de i den samma förlöpande barkfibrovasalsträngarne i allt väsentligt motsvarande väfnad hos *S. herbacea*. Det enda vi härvid hafva att anmärka är, att dess innersta celler, åtminstone hos *S. fruticosa* och *S. species*, kunna få membranerna betydligt förtjockade och förvedade, hvarför cellerna sjelfva under sådana förhållanden också skarpt skilja sig från de öfriga. Hos *S. fruticosa*, der dylika förtjockade celler förekomma mera sparsamt och, såsom det synes, utan någon bestämd ordning, likna de ganska mycket de s. k. tracheiderna ute i palissadparenchymet samt hafva utan tvifvel samma uppgift som dessa, nemligen att hålla den lösa väfnaden utspänd. Så är väl äfven fallet med motsvarande celler hos *S. species*, der de likväl synas förekomma mera allmänt och i en mera bestämd ordning (Tab. II, fig. 17 och Tab. IV, fig. 27). Hos denna art synas nemligen dessa skelettceller bilda en ring utanför strängslidan ända från internodiets nedre del upp till de små fjällens bas, der de förändra rigtning och fortsättas upp på dessas inre sidor (Tab. III, fig. 20). För öfrigt äro de mer eller mindre prosenchymatiska och hafva sin största utsträckning parallelt med internodiets längdaxel samt äro försedda med mer eller mindre djupa porkanaler, hvilka dock hos vissa af dem tyckas fullkomligt saknas (Tab. IV, fig. 28).

Hvad slutligen beträffar de öfriga väfnaderna i stammen och dennes sekundära tillväxt, finnes äfven den närmaste öfverensstämmelse vara herskande mellan dessa tre *Salicornia*-arter å ena sidan och *S. herbacea* å den andra. Visserligen har jag endast hos *S. fruticosa* varit i tillfälle att något närmare undersöka sjelfva utvecklingens gång och de förändringar, som inträda genom den sekundära tillväxten, men eftersom den utvecklade stammens anatomiska byggnad äfven hos de båda andra arterna, *S. australis* och *S. species*, i det väsentligaste öfverensstämma med motsvarande hos så väl *S. fruticosa* som *S. herbacea*, synes allt häntyda på, att samma egendomliga tillväxt, som vi redan funnit vara kännetecknande för *S. herbacea*, äfven i hufvudsak är gemensam för de öfriga arterna.

Ett extrafasciculärt cambium och ett korkcambium äro sålunda äfven här de båda bildningshärdar, genom hvilkas verksamhet tid efter annan och på olika sätt nya elementer uppkomma, förorsakande större eller mindre rubb-

ningar och förändringar med afseende på de förutvarande primära väfnadernas anordning och utseende.

Ur det extrafasciculära cambiet, som äfven här slutligen bildar en sammanhängande nybildningszon utanför de primordiala fibrovasalsträngarne, hvilka till antal, anordning och sammansättning i allmänhet fullkomligt öfverensstämma med motsvarande hos *S. herbacea*, framgå, liksom hos denna, nya sekundära väfnader så väl på den yttre som den inre sidan. Sålunda påträffa vi på den inre sidan en stor sammanhängande vedzon med deri liksom inbäddade vekbastgrupper och på den yttre samma egendomliga, rundcelliga och lakunösa väfnad, som vi hos *S. herbacea* uppfattat såsom en sekundär bark (Tab. II, fig. 16 o. 17, Tab. IV, fig. 27). Att denna lakunösa väfnad, som för öfrigt hos dessa tre arter, såsom fleråriga former, är rik på stärkelse, äfven här bör tolkas på samma sätt, derom lär väl icke vara mer än en mening. Hvad åter angå de på det extrafasciculära cambiets innersida uppkomna sekundära elementerna, bör kanske anmärkas, att vekbastknippena hos dessa tre arter, i motsats till hvad vi sågo vara fallet hos *S. herbacea*, i allmänhet på sin inre sida åtföljas af kärl och vedceller med större lumen än de öfriga cellerna i den sekundära veden, hvarför de också i denna senare tillika med nämda elementer framträda såsom skarpare markerade grupper eller stråk. Vekbastgrupperna utgöras för öfrigt af samma små, ljusbrytande och polygonala celler som hos *S. herbacea*, bland hvilka jag, åtminstone hos *S. species*, der så väl vekbastgrupperna sjelfva som deras elementer oftast bruka vara något större än hos de öfriga arterna, observerat ganska tydligt differentierade silrör. — Med undantag af hvad som redan blifvit antydt om den sekundära veden, gäller om denna i allmänhet, så väl med afseende på dess sammansättning af olika slags elementer som dessas utseende och anslutning till hvarandra såsom en sammanhängande vedzon, det samma, som vi redan omnämt vid redogörelsen för motsvarande väfnad hos *S. herbacea*.

Så är äfven fallet med korkcambiet och den ur det samma framgångna korkväfnaden, hvilken äfven här såsom en sekundär produkt slutligen kommer att utgöra stammens yttre skydd, sedan strängslidan, den primära barken och epidermis desorganiserats och försvunnit. Såsom något för *S. species* utmärkande böra vi dock särskildt framhålla, att korkcambiet eller det s. k. phellogenet äfven på sin inre sida gifver upphof åt nya sekundära elementer, hvilka till sammans bilda en väfnad, som vi efter Sanio kanske böra anse såsom ett korkbarklager, en phelloderma. Cellerna i denna väfnad äro, i likhet med

cellerna i den omedelbart innanför belägna sekundära barken, rundade och rika på stärkelse, men skilja sig väsentligen från dessa, derigenom att de gränsa omedelbart upptill hvarandra, utan att bilda några som helst intercellularrum, och att deras väggar äro något mera collenchymatiska (Tab. II, fig. 17, Tab. IV, fig. 27). Dessutom kunna vi kanske anmärka, att korkcellerna hos *S. australis* i allmänhet äro större och något mera oregelbundna, så väl till form som läge, än korkcellerna hos de öfriga arterna (Tab. II, fig. 16).

V.

Om blomställningen och dess byggnad så väl i anatomiskt som ock till en del i morfologiskt hänseende.

Stammens yngsta internodier äfvensom sidogrenarnes äro betydligt förkortade och bilda blomställningen, som väl snarast bör betraktas som en blomkolf. Denna uppnår vanligen en längd af 10—20 millim. och har på midten en diameter af omkring 2—3 millim.

I vinkeln af de små fjäll-liknande bladen, hvilka, såsom vi förut sett, äro anordnade i decusserade par och förenade sinsemellan genom en hinnaktig membran, sitta blommorna tre och tre till sammans i fördjupningar af sjelfva blomaxeln, som med sitt barklager till en del skjuter in emellan dessa och bidrager till deras begränsning. Två af dem hafva ett basalt läge samt beröra hvarandra nedtill med sina inre kanter, den tredje sitter deremot apicalt emellan dessa samt är mycket större och öfverskjuter dem betydligt. Till hvarje internodium höra följaktligen sex blommor, fördelade i två hvarandra motsatta gyttringar, hvilka hafva formen af likbenta trianglar och äro belägna på samma höjd. Hvarje blomma utgöres af fyra kalkblad, hvilka sinsemellan sammanvuxit till ett rör, som endast utåt lemnar en trång öppning för könsorganerna och till större delen så innerligt sammansmält med väggarna i den hålighet, hvari det sitter inkiladt, att man på snitt af dessa föreningsställen hvarken genom cellernas form eller anordning kan urskilja någon gräns emellan de olika partierna. Vid fruktmognaden inträder, troligen genom vattenförlust, en söndring emellan denna perigoniets vidvuxna del och den fria, som

affaller, qvarlemnande den förra, hvilken alltjemt stannar i nära förening med blomaxeln, bildande dels en tapetbeklädnad på den stora fördjupningens, "areans", väggar, dels septa, hvilka afdela denna uti tre små "areoler" (UNGERN-STERNBERG, l. c. s. 37).

Hvad den inre strukturen beträffar, öfver hvilken jag endast anstält undersökningar i äldre stadier, förhåller den sig i sjelfva blomaxeln hufvudsakligen på samma sätt som i stammens internodier. Vi hafva således en slät epidermis, hvars celler äro försedda med cuticulariserade ytterväggar, och emellan hvilka talrika klyföppningar förekomma, som leda in till stora andhålor. Derinnanför befinner sig barken med sina båda lager, alldeles såsom vi förut sett; möjligen äro dock cellerna i det inre lagret mera långsträckta i radial rigtning. I denna barkväfnad fortlöper likaledes ett nätverk af fibrovasalsträngar såsom förgreningar af bladspårsträngarne, och hvilkas elementer utgöras af trånga spiralkärl och ljusbrytande parenchymatiska vekbastceller. Innanför barken uppträder kärlknippecylindern med deri gående collaterala fibrovasalsträngar, hvilka vanligen äro 4—6. Strängslida tyckes fullkomligt saknas eller är, om den verkligen finnes, mycket svår att skilja ifrån närgränsande celler. De collaterala fibrovasalsträngarne åter äro anordnade i krets, åtskilda utaf smala mergstrålar, och utgöras af samma delar som i stammens internodier, således ytterst af ett phloëmparti, hvars celler dock äro ännu mindre och mera collenchymatiska, samt innerst af ett xylem, hvari så väl kärlen som vedcellerna äro mycket tjockväggiga. Mergcellerna äro rundade, med ett något collenchymatiskt utseende, och emellan dem hafva här och der små intercellularrum uppstått.

Genom tangentiala delningars uppträdande i de fibrovasalsträngarne omgifvande cellagren kunna vi sluta till förekomsten af ett extrafasciculärt cambium, som äfven här på den inre sidan alstrat nya elementer, hvilka förenat de primordiala fibrovasalsträngarne sinsemellan, hvarigenom en sammanhängande vedzon uppkommit, hvilken dock är mycket smal och aldrig uppnår den tjocklek, som vi sett den samma erhålla i stammens äldre internodier. — Någon korkväfnad synes icke bildas.

Göres tvärsnitt af blomkolfven på den höjd, som de basala blommorna i hvarje grupp intaga, så se vi det samma liksom fördeladt uti åtta fält, af hvilka hvart annat tillhör ett perigonium och hvart annat utgör en del af blomaxeln. Två af dessa senare afdelningar alternera med blommorna och följaktligen äfven med de små fjällen, i hvilkas vinklar dessa sitta, samt äro betydligt större än de två andra, som skjuta in emellan blommorna och der å ömse sidor trädt i nära

förening med dessas rörlikt hopvuxna delar. Kretsen af fibrovasalsträngarne är på samma höjd öppnad och fördelad uti två halfmånformiga hälfter, hvilka äro motsatta de större axelflikarna, och från hvilkas båda ändar strängar synas utgå till perigonialröret å ömse sidor och der ytterligare förgrenas.

Råkar snittet deremot de två toppblommorna, så synas endast fyra fält, af hvilka då två tillhöra ett motsvarande antal blommor och de två öfriga, som äro ansenligt större, blomaxeln, hvilken äfven här på gränsen emot blommorna trädt i nära organiskt samband med dessas inre delar. Fibrovasalkroppen utgöres likaledes af tvenne hälfter, belägna på samma sidor som på föregående snitt, hvilka dock sedan längre upp åter träda i förening med hvarandra, så att en sluten krets bildas, hvilken först på höjden af närmast öfre basala blommor åter öppnas, men i motsatt rigtning. – På detta sätt synes följaktligen kretsen af fibrovasalsträngarne på olika höjd än öppnas och än åter slutas i alternerande rigtningar.

I de sammanvuxna perigoniibladen möter oss slutligen en något så när vanlig bladstruktur, nemligen en epidermis med klyföppningar och innanför denna åter en barkväfnad, som dels består af ett chlorophyllförande palissadparenchym, dels af ett chlorophyll-löst parenchymlager, hvars celler i allmänhet äro utomordentligt stora och sträckta i radial rigtning. Bland dessa senare förekomma åtskilliga, som äro tafvelformiga och ofta anordnade i rader samt hafva svagt förtjockade väggar, hvilka äro försedda med en massa aflånga, tvärstälda porer, hvarför de utan tvifvel böra anses utgöra ett slags luftförande celler. På tvärsnitt synas de företrädesvis förekomma i midtelpartiet och i perigoniets något afrundade hörn (Tab. V, fig. 30). Dessutom genomsättes detta inre parenchymlager af de förut omtalade s. k. tracheiderna, hvilkas antal här synes vara ganska stort. De fortlöpa i olika rigtningar, men i synnerhet snedt uppåt och nedåt, så att de bäst framträda på längdsnitt, och skjuta icke sällan in emellan palissadcellerna. Lika litet här som i de små fjällen har något direkt samband med de fibrovasalsträngar, som alltid fortlöpa i deras omedelbara närhet (Tab. II, fig. 15), kunnat upptäckas. Deras uppgift måste äfven här vara att utgöra stödjepelare för den lösa väfnaden, hvarför de på sätt och vis kunna betraktas såsom ett slags mekaniska celler.

Af ofvan lemnade redogörelse framgår således, att *Salicornia*, företrädesvis *S. herbacea*, i synnerhet utmärker sig derigenom:

1. Att rotens byggnad i det allra närmaste bibehålles oförändrad ända upp i den hypocotyla stammen, till närheten af hjertbladens insertion.
2. Att i roten så väl som den hypocotyla stammen en diark anordning af primordialkärlen är rådande; att dessa senare uteslutande utgöras af spiralkärl, från hvilka nya kärl, företrädesvis porösa, utvecklas först i centripetal- men sedan i tangential rigtning; att de med primordialkärlen alternerande bastgrupperna endast utgöras af vekbastelementer utan fullt differentierade silrör.
3. Att den primära barken i så väl roten som den hypocotyla stammen utgöres af en yttre, rundcellig bark af endast ett cellager och en inre, lika ledes rundcellig bark af flera cellager, emellan hvilkas celler förekomma intercellularrum, som efter hand utvidgas till lakuner.
4. Att hjertbladens bladspårsträngar hafva uppkommit genom de primordiala baststrängarnes i den hypocotyla stammen sammanslutning med de från primordialkärlen i tangential rigtning bildade kärlen.
5. Att staminternodiernas primära bark likaledes utgöres af ett yttre och ett inre barklager, af hvilka det förra ombildats till ett chlorophyllförande palissadparenchym, det senare åter består utaf ett storcelligt och chlorophyll-löst parenchymlager, i hvilket är utbredt ett tätt nätverk af fibrovasalsträngar, hvilka uti sjelfva leden stå i samband med fibrovasalringen.
6. Att staminternodierna nedifrån uppåt efter hand förlora det gröna och succulenta utseendet, i det epidermis och den primära barken desorganiseras och affalla, hvilket åter har sin naturliga grund deruti, att en korkbildning inträder uti det närmast innanför strängslidan befintliga cellagret, som dessutom äfven ger upphof till det extrafasciculära cambiet. I motsvarande cellager uppträder korken äfven i roten och den hypocotyla stammen och kommer äfven hos dessa växtdelar slutligen att utgöra det yttre skyddet. Visserligen sker celldelningen i korken alltid i centripetal rigtning, men alldenstund korken genom nya elementers tillkomst ur det innersta cellagret ständigt allt mer och mer aflägsnas från centrum af den växtdel, hvarom det nu än må vara fråga, så kan man på sätt och vis säga, att den uppkommer centrifugalt.

7. Att i de små fjällen så väl som i blomställningen en del egendomliga celler uppträda, hvilka enligt De Bary, ehuru utan tvifvel oegentligt, blifvit kallade tracheider. Då vi nemligen aldrig lyckats se deras direkta samband med de alltid i deras omedelbara granskap fortlöpande barkfibrovasalsträngarna, då vidare deras väggar endast äro ytterst litet förvedade, och då man slutligen till och med i dem iakttagit protoplasma och cellkärna, så torde de svårligen kunna räknas till det tracheala systemet utan böra helt enkelt och rättast betraktas såsom ombildade celler af sjelfva grundväfnaden. Deras uppgift måste utan tvifvel vara att såsom stödjepelare hålla denna lösa väfnad utspänd, en funktion, som eljest brukar tillkomma s. k. sclerenchym-celler och sclerotiska-celler, hvilka äfven påträffas hos vissa Salicornia-arter, t. ex. *S. fruticosa.*
8. Att i roten, den hypocotyla stammen och den egentliga stammen ett extrafasciculärt cambium mycket tidigt uppkommer, från hvilket inåt bildas sekundär ved och sekundära vekbastknippen, utåt en rundcellig och lakunös väfnad, som utan tvifvel måste betraktas såsom en sekundär bark, hvilken ersätter den primära, sedan denna desorganiserats.

Förklaring öfver figurerna.

Tab. I.

Fig. 1. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom roten nära dess spets; a epidermis, b yttre primär bark, c inre primär bark, d intercellularrum, e strängslida, f pericambium, g primordialkärl, h primordiala vekbastceller, i poröst kärl, k ännu odifferentieradt procambium, l rothår.

Fig. 2. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom roten något högre upp; a epidermis, b yttre primär bark, c tre rader inre primär bark, d lakun, e strängslida, f pericambium, g primordialkärl, h primordiala vekbastceller, i poröst kärl, k ännu odifferentieradt procambium, l rothår.

Fig. 3. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom en fin rotförgrening; a epidermis, b yttre primär bark, c inre primär bark, d lakun, e strängslida, f pericambium, g primordialkärl, h ännu odifferentieradt procambium, i poröst kärl, k primordiala vekbastceller.

Fig. 4. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom en fin rotförgrening; b yttre primär bark, c inre primär bark, d lakun, e strängslida, f pericambium, g primordialkärl, h primordiala vekbastceller.

Fig. 5. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom en ung rot; a epidermis, b yttre primär bark, c inre primär bark, d lakun, e strängslida, f pericambiumcell, g primordialkärl, h primordiala vekbastceller, i extrafasciculärt cambium, k sekundär bark.

Fig. 6. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom en ung rot; a strängslida, b korkcambium, d extrafasciculärt cambium, e sekundär bark, f intercellularrum.

Fig. 7. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom en ung rot; a primär bark, b strängslida, c korkcell, d korkcambium, e sekundär bark, f extrafasciculärt cambium, g primordialkärl, h lakun, i poröst kärl.

Fig. 8. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom en något äldre rot; a epidermis, b yttre primär bark, c inre primär bark, d lakun, e strängslida, f korkcell, g korkcambium, h sekundär bark, i extrafasciculärt cambium, k sekundär ved.

Fig. 9. *Salicornia herbacea.* Thvärsnitt af en ung rot; a primär bark, b strängslida, c korkcambium, d sekundär bark, e extrafasciculärt cambium, f primordialkärl, g porösa kärl, h primordiala vekbastceller.

Fig. 10. *Salicornia herbacea.* Längdsnitt genom epidermis på ett staminternodium; a epidermiscell, b klyföppningsceller.

Tab. II.

Fig. 11. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom roten i ett äldre stadium; a primär bark, b lakuner, c strängslida, d korkceller, e korkcambium, f sekundär vekbastgrupp, g primär vekbastgrupp, h primordialkärl, i porösa kärl, k sekundär ved, l extrafasciculärt cambium, m sekundär bark.

Fig. 12. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom den yttre delen af roten i äldsta stadium; a kork, b rester af strängslidan, c sekundär bark, d lakun, e sekundär ved.

Fig. 13. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom den inre delen af roten i äldsta stadium; a primordialkärl, b primär vekbastgrupp, c sekundär vekbastgrupp, d sekundär ved.

Fig. 14. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom stammen omedelbart ofvanom hjertbladen; a kork, b sekundär bark, c extrafasciculärt cambium, d merg, e primordialkärl, f primordiala vekbastceller, g sekundär ved, h korkcambium.

Fig. 15. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom ett kalkblad; a s. k. tracheider, b barkfibrovasalsträngar, c spiralkärl, d vekbast. (Fig. till en del schematisk).

Fig. 16. *Salicornia australis.* Tvärsnitt genom ett staminternodium; a korkceller, b korkcambium, c sekundär bark, d extrafasciculärt cambium, e sekundär ved.

Fig. 17. *Salicornia species.* Tvärsnitt genom ett staminternodium; a skelettceller, b primär bark, c strängslida, d korkcambium, e korkbark (phelloderma). f sekundär bark, g lakun, h sekundär ved, i sekundär vekbastgrupp, k extrafasciculärt cambium, l korkceller.

Tab. III.

Fig. 18. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom den hypocotyla stammen i mycket ungt stadium; a primär bark, b strängslida, c pericambium, d lakun, e primordialkärl, f primärt vekbast, g ännu odifferentieradt procambium.

Fig. 19. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom den hypocotyla stammen omedelbart under hjertbladen; a primär bark, b strängslida, c korkcambium, d sekundär bark, e extrafasciculärt cambium, f kärl, som bildats i tangential rigtning från primordialkärlen, g sekundära vedelementer, h primärt vekbast, i primordialkärl, k merg.

Fig. 20. *Salicornia species.* Schematisk figur, föreställande öfvergången emellan två staminternodier; a primär bark med epidermis, b den genom båda internodierna gående fibrovasalkroppen, linien c—d betecknar den höjd, der palissadparenchymet slutar, linien e—f utmärker sjelfva öfvergången emellan båda internodierna, g de små fjällen, linierna h utmärka de rigtningar i innanbarken, i hvilka skelettcellerna uppträda.

Figg. 21 o. 22. *Saliconia herbacea.* Macererade celler; prosenchymatiska vedceller, af hvilka en del visa tendens att gaffeldelas.

Fig. 23. *Salicornia herbacea.* Macerade celler; a parenchymatiska vedceller, b vedceller, som stå på öfvergången emellan prosenchymatiska och parenchymatiska elementer, c porösa kärl.

Tab. IV.

Fig. 24. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom ett ungt staminternodium; a primär bark, b strängslida, c merg, d fibrovasalsträng, e primärt vekbast, f primordialkärl, g extrafasciculärt cambium, h fasciculärt cambium.

Fig. 25. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom ett staminternodium i något äldre stadium; a primär bark, b strängslida, c korkcell, d extrafasciculärt cambium, e merg, f primärt vekbast, g primordialkärl, h hålighet i mergen, i korkcambium.

Fig. 26. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom ett stamindernodium i ännu äldre stadium; a strängslida, b korkcell, c korkcambium, d extrafasciculärt cambium, e sekundärt vekbast, f sekundär ved, g primordialkärl, h merg, i primärt vekbast.

Fig. 27. *Salicornia species.* Tvärsnitt genom ett ännu grönt och succulent staminternodium; a epidermis, b s. k. tracheid, c palissadparenchym, d barkfibrovasalsträng, e inre primär bark, f skelettceller, g strängslida, h korkceller, i korkcambium, k vekbast, l spiralkärl, m sekundär bark, n lakun, o extrafasciculärt cambium, p sekundär ved, q sekundärt vekbast, r fibrovasalsträng, s merg, t korkbark. (Fig. till en del schematisk).

Fig. 28. *Salicornia species.* Utmacererad skelettcell i den inre primära barken.

Fig. 29. *Salicornia fruticosa.* Tvärsnitt genom den yttre delen af ett ännu grönt och succulent staminternodium; a epidermis, b palissadparenchym, c tjockväggiga och förvedade s. k. tracheider, d inre primär bark.

Tab. V.

Fig. 30. *Salicornia herbacea.* Tvärsnitt genom en del af blomkolfven; a epidermis på ett kalkblad, b porösa celler i det samma, c parenchymceller, d blomaxelns grundväfnad, e det ställe, der kalkbladet sammanvuxit med blomaxeln.

Fig. 31. *Salicornia australis.* Tvärsnitt genom den yttre delen af ett staminternodium; a epidermis, b palissadparenchym, c s. k. tracheid.

Fig. 32. *Salicornia species.* Längdsnitt genom en del af ett staminternodium; a epidermiscell, b cellkärna, c klyföppningsceller, d andhåla, e s. k. tracheid, f palissadparenchym.

Fig. 33. *Salicornia fruticosa.* Längdsnitt genom en del af ett staminternodium; a epidermiscell, b cellkärna, c klyföppningsceller, d andhåla, e tjockväggig och förvedad s. k. tracheid, f palissadparenchym.

Fig. 34. *Salicornia australis.* Längdsnitt genom en del af ett staminternodium; a epidermiscell, b cellkärna, c klyföppningsceller, d andhåla, e s. k. tracheid, f palissadparenchym.

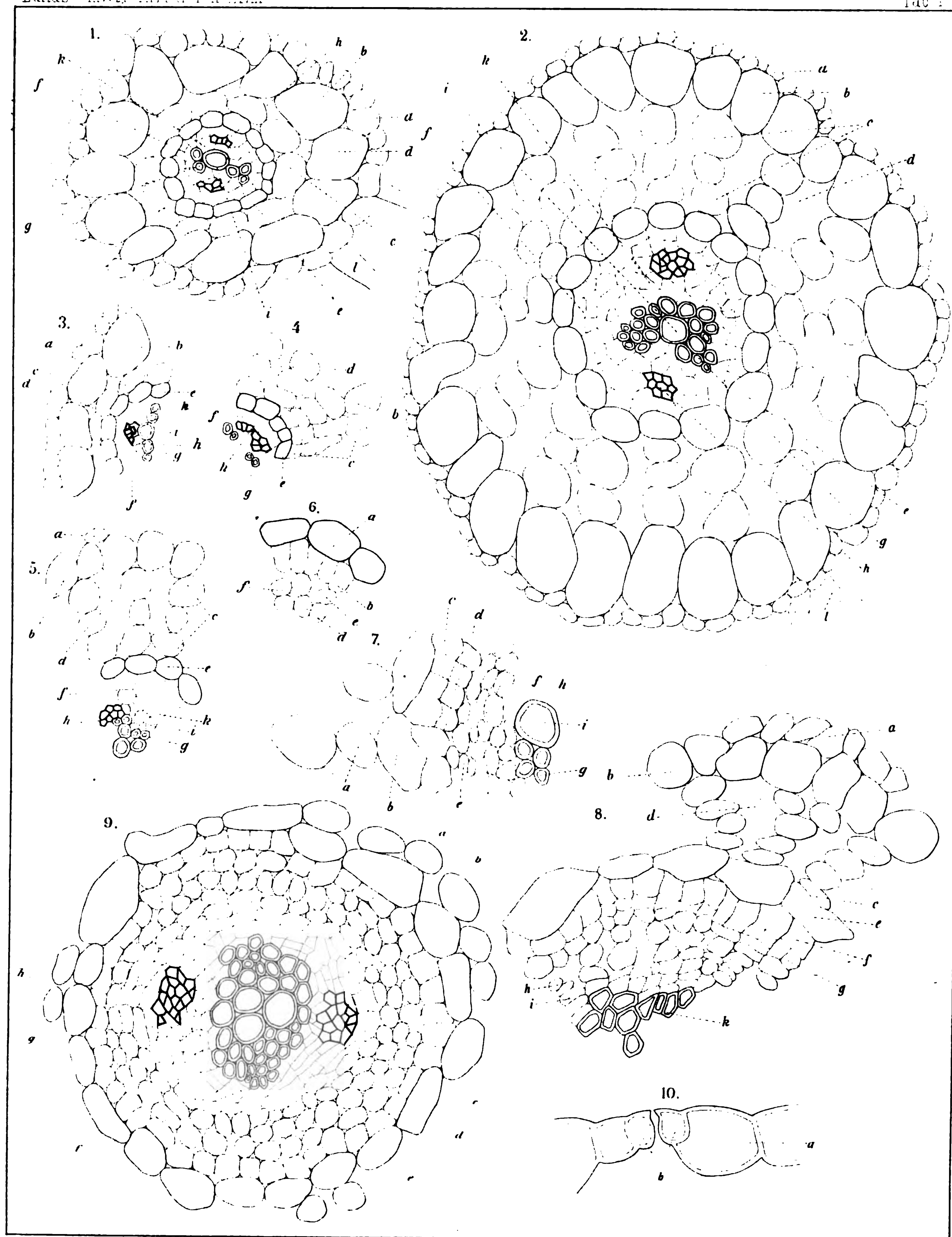
Fig. 35. *Salicornia australis.* Epidermis på ett staminternodium, sedd från ytan; a epidermiscell, b cellkärna, c klyföppningar.

Fig. 36. *Salicornia species.* Epidermis på ett staminternodium, sedd från ytan; a epidermiscell, b cellkärna, c klyföppningar.

Tillägg till Tab. II.

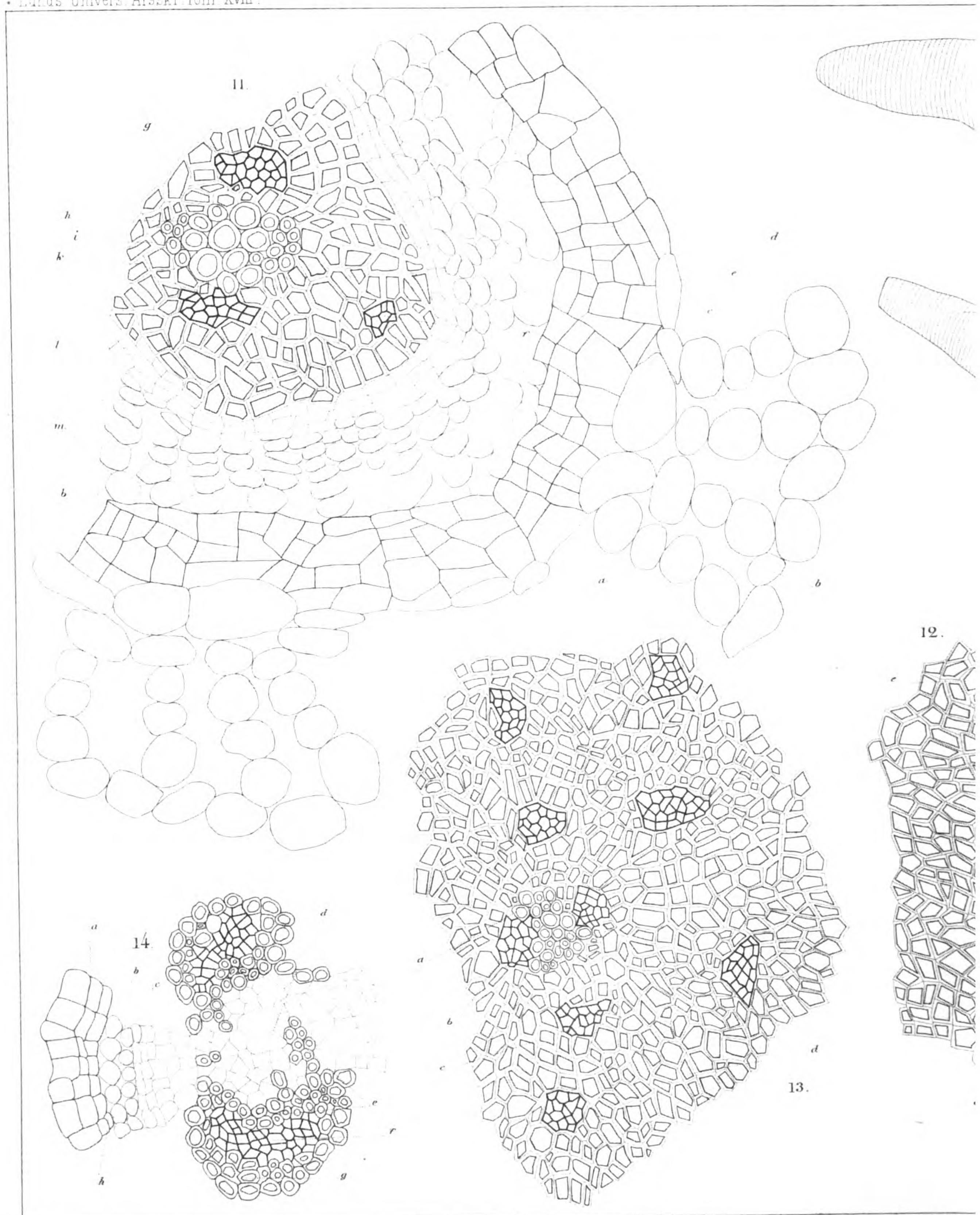
Figg. 37 o. 38. *Salicornia herbacea.* Schematiska figurer, utvisande fibrovasalsträngarnes förlopp och anslutning till hvarandra nere i stammen strax ofvanom hjertbladen (se för öfrigt texten).



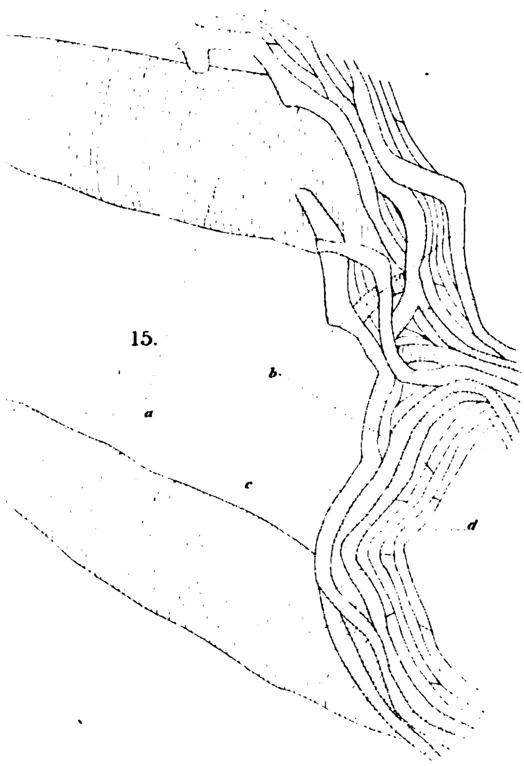


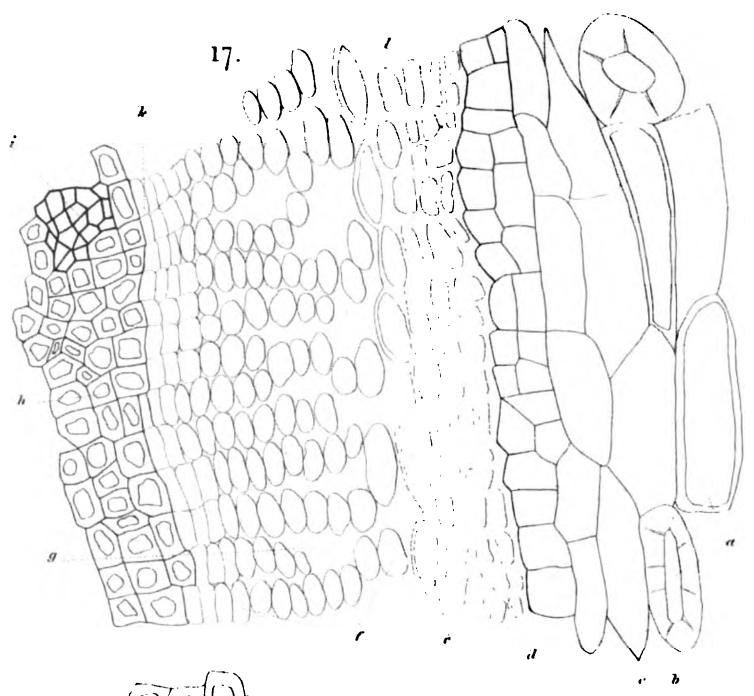
A. Hultberg del.

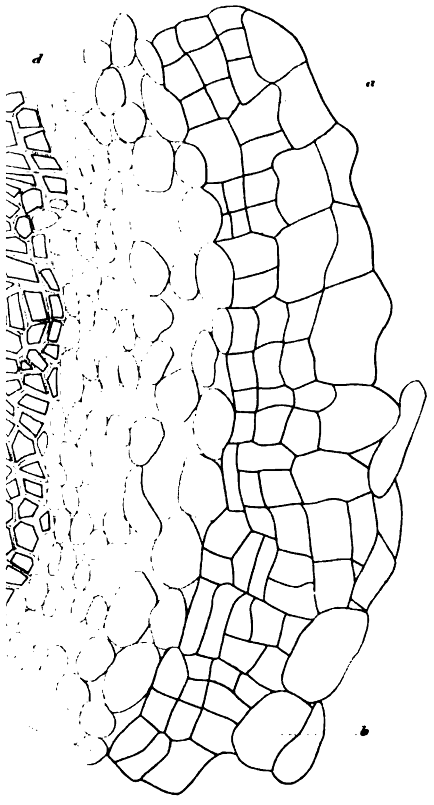
Kaiser & C° lith. Malmö

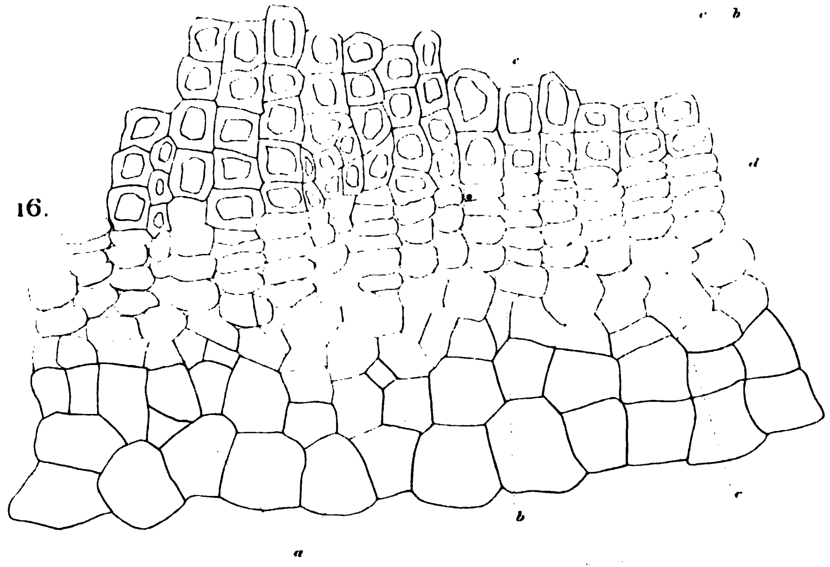


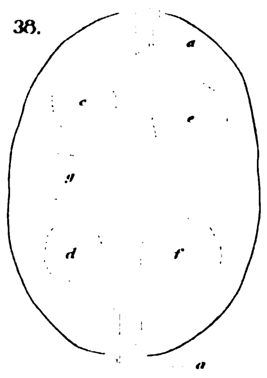
A. Hultberg del.

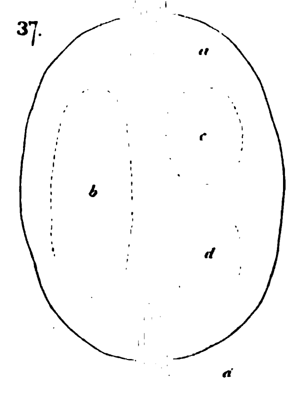




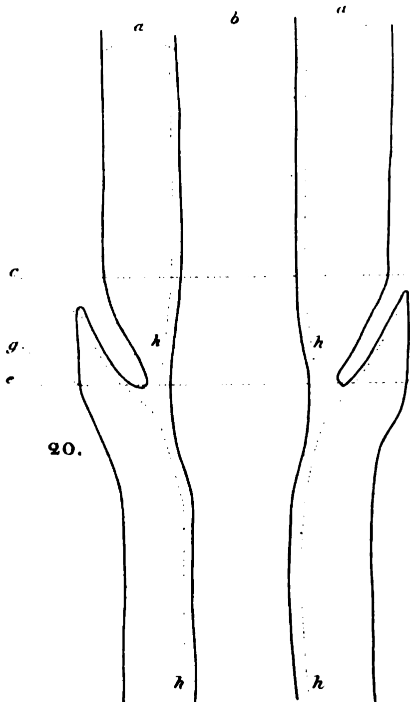


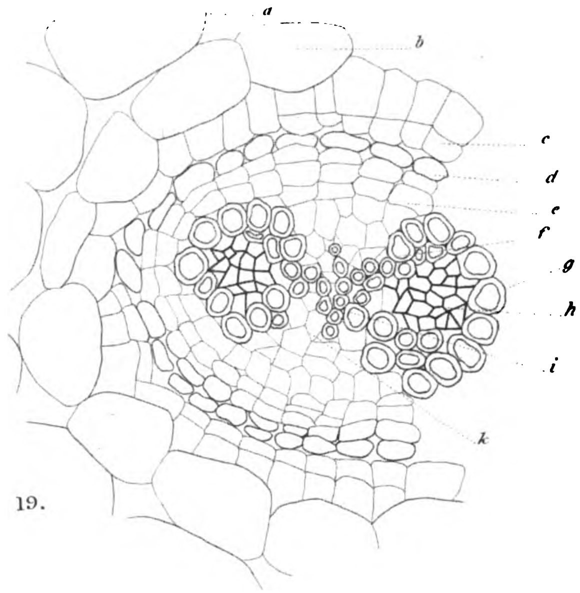


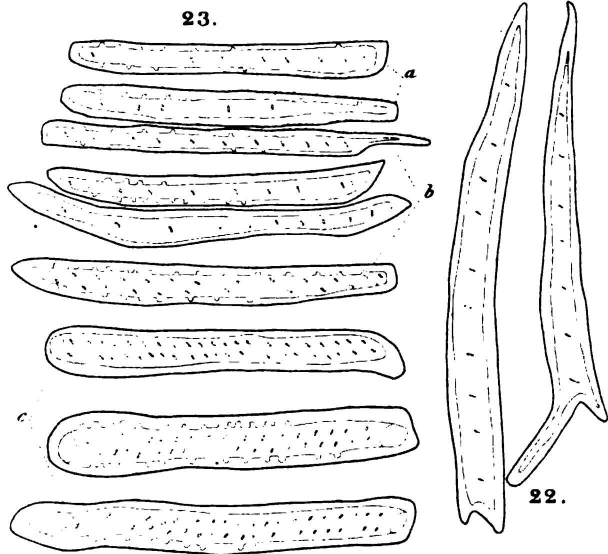


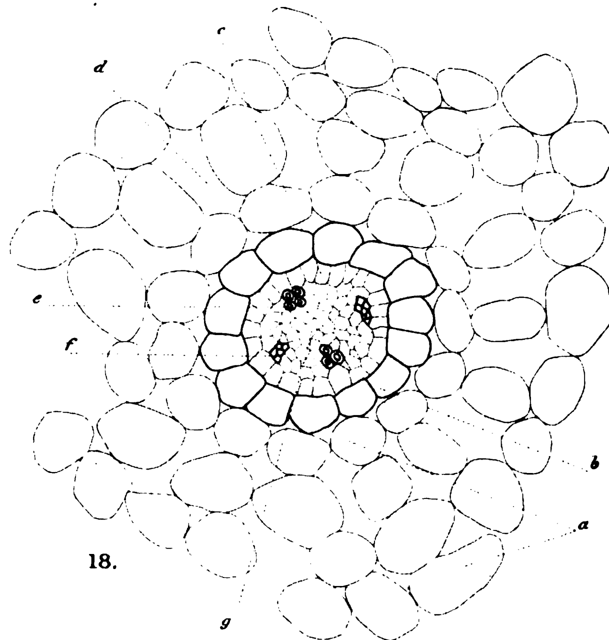


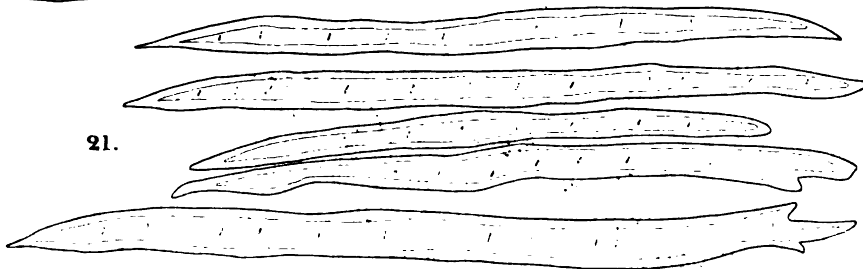
E. Eller & Co lith. Mailand.





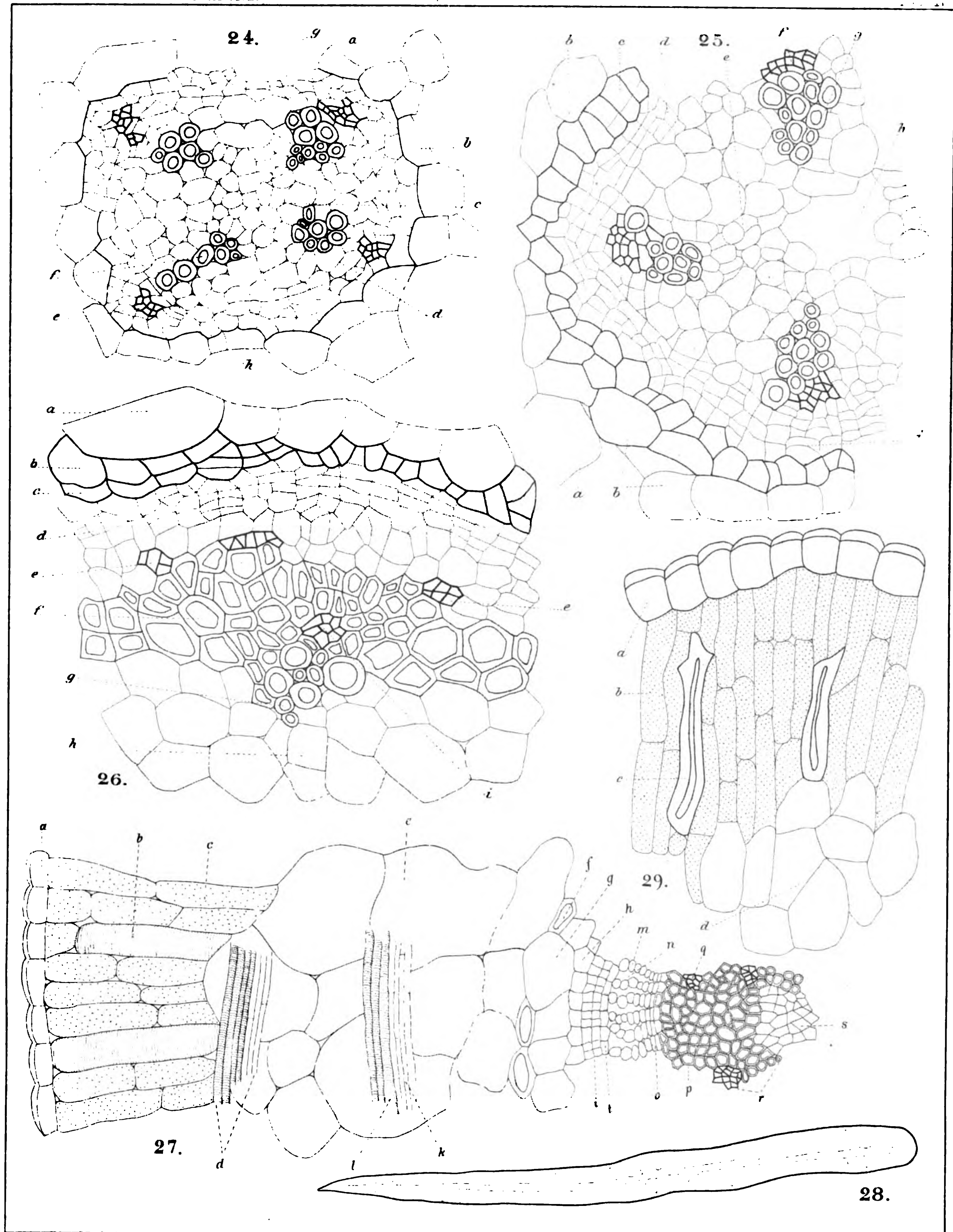




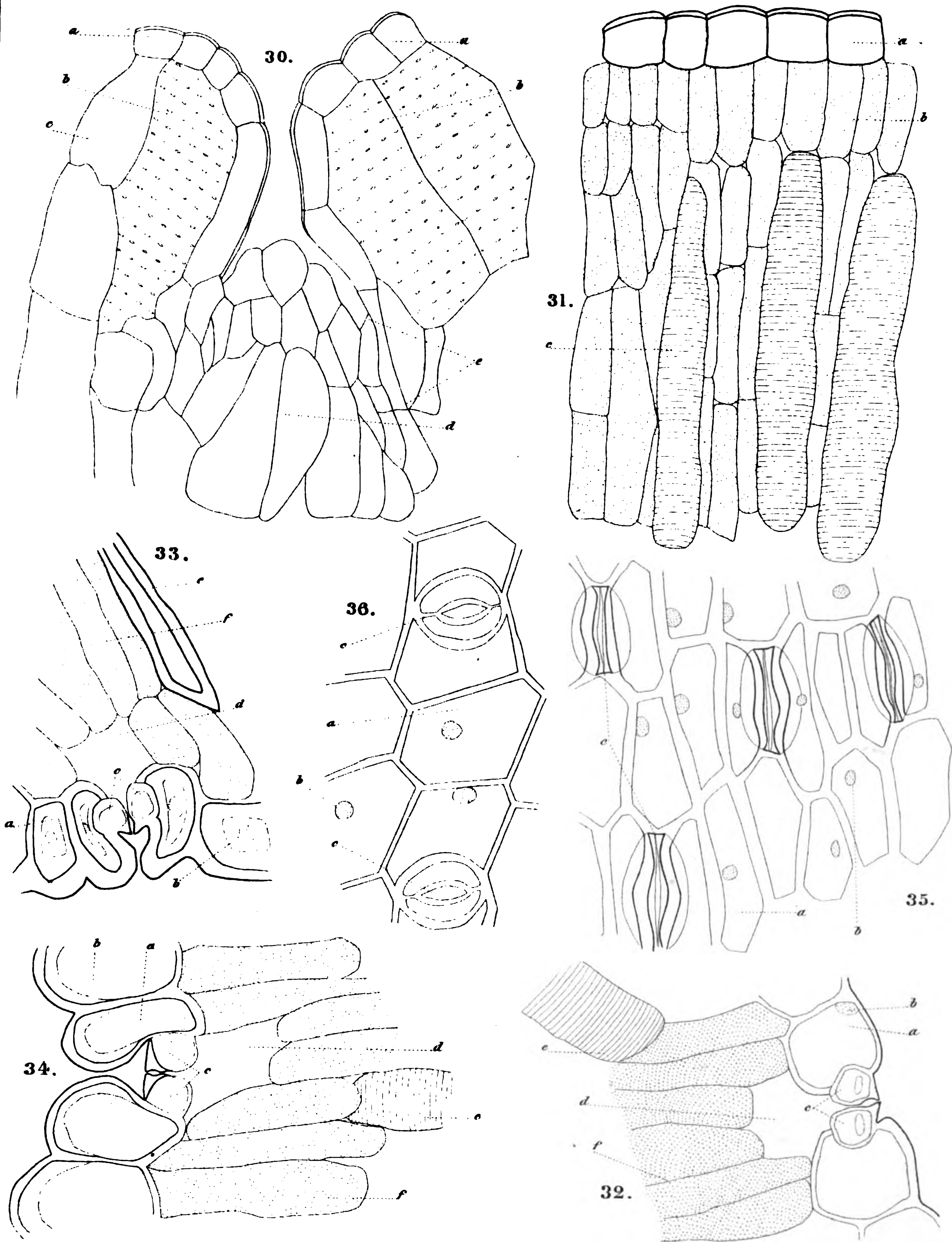


A. Hultberg del.

Kimer & C° lith. Malmö



A. Hultberg, del. [illegible]



A. Hultberg del.

Köhler & C° lith. Malmö

6

LUNDS UNIVERSITETS

ÅRSBERÄTTELSE

1881—82,

AF

UNIVERSITETETS REKTOR.



Under det nu tilländalupna akademiska året har Universitetets verksamhet ostördt fortgått, lärarne nitiskt fullgjort sina åligganden och den studerande ungdomen genom flit, värdigt och taktfullt uppförande i betydlig mån underlättat mödan vid den akademiska styrelsens handhafvande.

Universitetets nyutsedde kansler, friherre LOUIS DE GEER, besökte för första gången lärosätet d. 9—17 September 1881 och tog under dessa dagar kännedom om dess vetenskapliga institutioner och ekonomiska förhållanden samt begagnade tillfället att göra personlig bekantskap med de akademiska lärarne.

I vår senaste årsberättelse omnämnde vi, att önskan om ett lifligare umgänge emellan Köpenhamns och Lunds universitetslärare föranledt en de svenska lärarnes inbjudning till Köpenhamn i September 1880 samt att vid detta tillfälle de danske värdarne anmodades att följande år gästa Lund. Med anledning deraf anlände hit Lördagen d. 10 Sept. Köpenhamns universitets rektor, professor RASMUS NIELSEN, i spetsen för 40 Universitetslärare, till hvilka såsom hedersgäster slutit sig f. d. universitetslärarne, excellensen MADVIG och geheimeetatsrådet KRIEGER. Vid den middag, som gafs å Akad. Föreningen, utbyttes både offentligt och enskildt månget hjertligt och allvarligt ord, och det förtroliga förhållandet emellan de båda ländernas vetenskapsmän vann ytterligare i omfång och styrka. Studentkorpsen uppvaktade de främmande med sång och lefverop. Det var för Lunds lärare synnerligen angenämt att se sin kansler friherre DE GEER närvarande vid denna sammankomst, hvars betydelse han till dess fulla värde uppskattade och med tillfredsställelse erkände.

Den 13—15 September 1881 besöktes universitetet af ecclesiastikministern, statsrådet HAMMARSKJÖLD, som önskade på stället undersöka de af universitetet framstälda behof, hvilka skulle kunna föranleda nådig proposition af Kgl. Maj:t till nästsammanträdande riksdag.

Den 1 Oktober 1881, samma dag, då H. K. H. Kronprinsen och H. K. H. Kronprinsessan höllo sitt intåg i Sveriges hufvudstad, firade Lunds Universitet en fest för att betyga sitt deltagande i den jublande glädje, hvarmed svenska folket helsade det nyförmälda fursteparet. En inbjudning till festen var af rektor utfärdad, professorn och riddaren, en af de aderton i Svenska Akademien, d:r TH. WISÉN höll festtalet, och docenten H. HALLBÄCK författade festkantaten, till hvilken direktören N. LOVÉN satte musiken. Till det höga brudparet afsändes ett lyckönskningstelegram, hvilket af H. K. H. Kronprinsen nådigt besvarades.

Det vigtiga och betydelsefulla inflytande, studentsången under det förflutna halfva seklet haft på andan inom studentkorpsen, gör att vi icke med tystnad kunna förbigå den fest, som Lunds Student-sångförening d. 21 October 1881 firade till minne af sin 50:åriga tillvaro. Den var i allo lyckad och tilltalande, hvartill icke minst det bidrog, att äldre studentsångare från när och fjerran infunnit sig för att i den taga del. På f. m. invigdes den nya sångsal, som i Akademiska Föreningens byggnad blifvit inredd, och hvilken med ett tal af Akademiska Föreningens ordförande, professoren och riddaren LANG, öfverlemnades åt sångarne. Derefter uppträdde sångföreningens ledare, kand. HENR. MÖLLER, och tecknade med raska drag sångföreningens historia samt redogjorde för det mål, som han ansåg sångföreningen för sig bör uppställa. En konsert gafs vid middagstiden i festsalen, dervid programmet förnämligast upptog gamla, välkända studentsånger. Gamla och unga sångare intogo derpå en gemensam middag, och en bal afslutade dagens högtidligheter.

Det mer än sekelgamla Physiografiska Sällskapet i Lund har under detta läsår sett vid sidan om sig en ny vetenskaplig förening uppstå. Under namn af *Filologiska Sällskapet i Lund*, har denna förening till syftemål att till närmare sammanslutning och samverkan förena idkare af filologiska och linguistiska studier vid detta universitet. För sådant ändamål söker sällskapet verka genom föredrag, meddelanden och diskussion å gemensamma möten, som hållas en gång hvarje månad under lästerminerna. Första sammanträdet hölls d. 22 October 1881.

Kretsen af universitetets literära förbindelser har under detta år ytterligare utvidgats, och särskildt förtjenar nämnas, att franska undervisningsministeriet erbjudit sig att, mot erhållande utaf 18 exemplar af alla akademiska publikationer från Lunds universitet, lemna franska doktorstheser samt andra aka-

demiska skrifter, till ett antal, som årligen uppgår till nära 1000, ett erbjudande, som universitetet antagit.

Liksom under närmast föregående år har Universitetet under det nu förlidna erhållit månget bevis på allmänhetens fortfarande förtroende; flera stipendiestiftelser, för hvilka längre fram skall redogöras, bära derom vittne.

Bland den studerande ungdomen har döden skördat följande offer: studeranden P. J. Leander, sm., född d. 27 febr. 1850, död d. 7 okt. 1881; H. P. Sjögren, sk., född d. 30 april 1856, död d. 25 mars 1882; N. Helin, sk., född d. 26 sept. 1860, död d. 9 maj 1882; fil. kandidat E. M. Engzell, sk., född d. 14 april 1856, död d. 13 maj 1882.

Under d. 25 juni 1881 har Kongl. Maj:t uppå derom gjord underd. ansökan i nåder beviljat afsked åt professoren i anatomi, K. W. O., m. m. d:r C. F. Naumann, med rätt till pension.

Afsked har af Kanslersembetet blifvit beviljadt docenterne A. Wijkander, W. Leche, S. A. Tullberg och Th. Wijkander, de båda förstnämded. 30 sept. 1881, Tullberg d. 9 jan. d. å. och Th. Wijkander d. 27 sistl. febr.

Docenterne A. Wijkander, S. Tullberg och C. Sprinchorn hafva blifvit utnämnde, Wijkander till föreståndare för Chalmersska slöjdskolan, Tullberg till geolog vid Sveriges Geologiska Undersökning och Sprinchorn till lektor i Wexiö.

Inom universitetet hafva följande befordringar egt rum: Adjunkten, d:r A. G. L. Billing blef d. 6 aug. 1881 i nåder utnämd till professor i praktisk teologi. Adjunkten, d:r M. G. Rosenius och docenten, d:r P. G. Eklund blefvo d. 17 sistl. mars i nåder utnämde till e. o. professorer, den förre i exegetisk teologi och den senare i moralteologi och symbolik. Till docenter hafva blifvit utnämde: fil. licentiaten F. A. Engström i astronomi d. 2 nov. 1881; fil. doktor Sv. Linde i grekiska språket s. d.; teol. kandidaten O. Ahnfelt i systematisk teologi d. 27 dec. 1881; med. licentiaten A. O. Lindfors i gynekologi och obstetrik d. 11 sistl. april. Docenten i matematik J. Rydberg har under sistn. dag blifvit förflyttad till docentur i fysik.

Till amanuenser vid de särskilda institutionerna hafva blifvit förordnade: med. studeranden J. T. L. Falck vid den anatomiska d. 21 sept. 1881; filos. kandidaten K. O. M. Weibull vid kemiska institutionen (andre amanuens) d. 18 sistl. januari; med. kandidaten J. Collin vid den medicinska kliniken å länslasarettet d. 24 s. m.; filos. kandidaten D. Bergendal vid zoologiska institutionen d. 15 februari; stud. C. E. Bergfors vid patologiska institutionen d. 29 mars; stud. S. A. Pfannenstill till amanuens i med. kemi d. 22 april.

Till e. o. amanuens vid den patologisk-anatomiska institutionen förordnades studeranden C. A. LJUNGGREN d. 29 Mars d. å.

Tjenstledighet har under hela läsåret åtnjutits af professor A. NYBLÆUS för utgifvande af vetenskapligt arbete (Kongl. br. d. 25 juni 1881).

För hel lästermin har tjenstledighet åtnjutits: af professoren C. TH. ODHNER under höstterminen för arkivstudier i Stockholm (Kansl. br. d. 30 aug. 1881); t. f. läraren i gymnastik och fäktkonst B. A. G. RIDDERBORG jemväl under höstterminen (Kansl. br. d. 30 aug. 1881).

Under vårterminens senare examensperiod hafva följande lärare varit frånvarande såsom censorer vid afgångsexamina från de allmänna läroverken: proff. MÖLLER, WISÉN, BJÖRLING, HOLMGREN och LIDFORSS, e. o. prof. ALEXANDERSON och adjunkt v. ZEIPEL.

Dessutom har tjenstledighet för kortare tid varit några lärare beviljad dels af Kansleren dels af Prokansleren och dels af Rektor.

Till uppehållande af de vikariat, som af ofvannämdc tjenstledighet eller eljes påkallats, hafva följande varit förordnade:

Lediga professionen i praktisk medicin har fortfarande uppehållits af adjunkten G. TRÄGÅRDH.

Lediga professionen i anatomi jemte föreståndarebefattningen för anatomiska institutionen har under hela läsåret blifvit förvaltad af e. o. professor HJ. LINDGREN. som jemväl haft sig ålagdt att bestrida undervisning och examination i fysiologi (Kansl. br. d. 30 sept. 1881).

Enligt samma kansl. br. har med. licentiaten A. NORDENSTEDT varit förordnad att mot ett årligt arfvode från reservfonden af 1500 kr. biträda e. o. prof. LINDGREN vid obduktionerna å anatomisalen. Med. licentiaten H. BENDZ har fortfarande varit t. f. laborator i patologisk anatomi.

Professor NYBLÆI lärareåliggandena hafva under hela läsåret uppehållits af adjunkt P. J. H. LEANDER (Kansl. br. d. d. 6 juli 188); prof. ODHNERS under höstterminen af docenten n. m. lektor SPRINCHORN (Kansl. br. d. 30 aug. 1881); kapten RIDDERBORGS under höstterminen af underlöjtnanten vid. kgl. skånska dragonregementet J. ROTHSTEIN (Kansl. br. d. 30 aug. 1881).

Docenten n. m. e. o. professor P. E. EKLUND har såsom vikarie uppehållit e. o. professionen i moralteologi och symbolik från vårterminens början till dess densamma blef i nåder tillsatt (Kansl. br. 20 jan. 1882).

Under vårterminens senare examensperiod har examinationen uppehållits af adjunkt DUNÉR i astronomi, adjunkt SÖDERVALL i nordiska språk, docenten

Möller i matematik, docenten Rydberg i fysik, docenten E. A. Peterson i nyeuropeisk linguistik. E. o. prof. Alexanderssons examensåligganden hafva under sagde tid uppehållits af prof. Lysander.

Universitetets lärarepersonal utgöres f. n. af 26 professorer, 8 e. o. professorer, 9 adjunkter, 27 docenter och 3 exercitiemästare.

Af de ordinarie lärarebefattningarna äro följande lediga: professionerna i anatomi och praktisk medicin samt e. o. professionen i patologisk anatomi rätts- och statsmedicin och hygien.

De åt universitetet anslagna docentstipendier äro sålunda disponerade:

Det vid juridiska fakulteten fästade stipendiet är ledigt.

Af de åt filosofiska fakutetens humanistiska sektion anslagna stip. åtnjutes n:o 1 af docenten G. Cederschiöld, n:o 2 af docenten S. Wägner, n:o 3 af docenten P. Fahlbeck, n:o 4 af docenten S. Cavallin.

Matematisk naturvetenskapliga sektionens stip. n:o 1 åtnjutes af docenten Jul. Möller och n:o 2 af docenten P. Claësson.

Af de s. k. Rörliga docentstipendierna innehafves n:o 1 af docenten K. R. Geijer, n:o 2 af docenten A. E. Peterson, n:o 3 af docenten S. O. M. Söderberg, n:o 4 af docenten R. Wickberg. Stip. n:o 5 är ledigt. Wallmarkska docentstipendiet innehafves af docenten Hj. Edgren.

Af utmärkelser, som under läsåret tillfallit universitetets medlemmar, må nämnas:

Undertecknad blef d. 12 okt. 1881 kallad till ledamot af K. Vetenskapsakademien samt d. 26 nov. hedersledamot af K. Akademien för de fria konsterna.

Professor Möller blef d. 16 dec. 1881 invald till ledamot af det K. Danske videnskabernes selskab i Köpenhamn.

Professor Lysander erhöll d. 20 dec. 1881 af Svenska akademien Carl Johans-priset för sina literaturhistoriska arbeten.

Professor Björling blef d. 1 decemb. 1881 i nåder utnämd till riddare af K. N. O., Akad. kamrer Regnell s. d. till R. W. O.

Professor Cavallin har blifvit kallad till ledamot af K. Vetenskapsakademien.

Professor Tegnér har blifvit invald till ledamot i Svenska akademien och till ledamot i Göteborgs vetenskaps och vitterhetssamhälle.

Adjunkt Dunér har blifvit kallad till ledamot K. Vetenskapsakademien.

Under d. 21 okt. 1881 har Kongl. Maj:t, i sammanhang med gjord framställning om beredande af anslag för en professorsbefattning i fysiologi och em-

bryologi, medgifvit, att den genom prof. NAUMANNS afsked lediga lärostol, hvars förre innehafvare haft sig ålagdt att bestrida undervisning äfven i fysiologi, måtte få ledigförklaras såsom omfattande endast anatomi men med skyldighet för blifvande innehafvare deraf att, till dess annorlunda kan varda stadgadt, bestrida undervisning och examination jemväl i fysiologi.

Under d. 25 nov. 1881 har Kongl. Maj:t för de extra ordinarie professioner inom teologiska fakulteten, hvilka skulle upprättas på grund af K. brefvet d. 1 juni 1877 och till hvilkas innehafvare nu blifvit utnämde adjunkten ROSENIUS och docenten EKLUND, fastställt såsom läroämnen, för den ena exegetisk teologi, för den andra moralteologi och symbolik, hvarjemte Kongl. Maj:t dels medgifvit, att i afseende på lönerna för dessa befattningar må iakttagas hittills gällande föreskrifter för de båda adjunkturerna inom samma fakultet; dels föreskrifvit, att blifvande innehafvare af sagde e. o. professorsbefattningar skola vara underkastade de bestämmelser, som framdeles komma att af Kongl. Maj:t fastställas rörande fördelning af den med dessa tjenster förenade aflöning i lön och tjenstgöringspenningar samt dessa senares afstående vid tjenstledighet.

Under d. 17 sistl. mars har Kongl. Maj:t i nåder medgifvit, att Universitetet må för anskaffande af möbler m. m. till den nya universitetsbygnaden upptaga ett lån af högst 50000 kr, som skall återgäldas genom årlig afbetalning af sex procent, hvaraf fem skola utgöra ränta och återstoden amortering dock med rätt för universitetet att, derest tillgångarna medgåfve, derutöfver göra större eller mindre afbetalningar å lånet.

På grund af nådig remiss d. 17 juni sistl. år har Kanslersembetet till det större konsistoriets yttrande remitterat frågan: dels om och i hvad mån utsträckt rätt att aflägga akademiska examina må kunna beredas studerande, som ej visat sig ega insigt i klassiska språk;

dels ock huruvida de i vissa fall föreskrifna förberedande examina må anses behöfliga eller om nu gällande bestämmetser om dem af dessa examina, som finnas böra bibehållas, kunna tarfva förändring. I denna fråga hafva samtliga fakulteter och sektioner afgifvit förberedande yttranden. Konsistoriets utlåtande är ej ännu expedieradt.

Kanslersembetet har under d. 3 juni 1881 beviljat ett anslag ur reservfonden af 800 kr. till reparation af skåpen i universitetets zoologiska museum.

Under samma dag har Kanslersembetet medgifvit, att e. o. biblioteksamanuensen J. N. AGARDH, såsom t. f. andre amanuens vid biblioteket finge under

vårterminen 1881 åtnjuta samma belopp, som han för föregående hösttermin uppburit eller 150 kr från reservfonden.

Under d. 29 påföljande juni har Kanslersembetet medgifvit, att obligationer af Skånes städer eller skånska presterskapets byggnadskassa, få uppköpas för sådana universitetets medel, som ej kunna mot inteckningssäkerhet utlånas.

Under samma dag har Kanslersembetet medgifvit, att ett belopp af 250 kr må ur reservfonden qvartalsvis utgå till den, som förrättar akademivaktmästaren Björklunds tjenst, under ett år räknadt från d. 1 sistl. juli.

Under d. 30 sept. 1881 har Kanslersembetet beviljat ett anslag af 1000 kr från reservfonden till bestridande af nödiga utgifter för kemiska och mineralogiska institutionen.

Den 29 okt. beviljade Kanslersembetet från extra utgiftsmedlen ett belopp af 150 kr till lika fördelning mellan docenten H. Hallbäck och e. o. amanuensen Lovén, af hvilka den förre författat orden och den senare komponerat musiken till den kantat, som uppfördes vid den af Universitetet den 1 samma månad firade fest med anledning af H. K. H. Kronprinsens och Kronprinsessans förmälning.

Under samma dag beviljade Kanslersembetet ur anslaget till astronomiska observatoriet ett belopp af 200 kr till adjunkt Dunér såsom ersättning för de utgifter, han haft för en resa till Strassburg, dit han på kallelse infunnit sig vid ett det internationella sällskapets i Leipzig sammanträde.

Under s. d. har Kanslersembetet medgifvit, att akademivaktmästaren för sin bostad i universitetsbygnaden må erhålla såväl behöflig stenkol af universitetets förråd som fri gasbelysning.

Under d. 31 okt. 1881 har Kanslersembetet medgifvit, *dels* att ett årligt arfvode af 600 kr må ur reservfonden utgå till en eldare och gårdsdräng från d. 1 sistl. nov., till dess sagde anslag kan varda å ordinarie stat uppfördt, *dels* ock att den stenkol som behöfves till eldning af nämde tjenares i gymnastikbygnaden afsedde rum, må tagas från universitetets förråd.

Sistlidne års anslag till uppmuntran och understöd åt yngre lärare har blifvit sålunda fördeladt, att adjunkt Trägårdh, som större delen af året 1881 förestått professionen i praktisk medicin erhöll 200 kr; docenten G. Cederschiöld 200 kr; docenten S. Cavallin 200 kr; docenten F. A. Wulff 100 kr; docenten E. Peterson 100 kr, alla fyra för ledande af öfningarna vid filologiska seminariet samt docenten B. Jönsson 200 för biträde vid de fytotomiska öfningarna (Kansl. br. d. 16 dec. 1881).

Under d. 16 dec. 1881 beviljade Kanslersembetet 400 kr från reservfonden åt fil. kandidat H. Möller såsom studentsångföreningens anförare.

Samma dag beviljades från samma fond ett anslag af 400 kr till botaniska institutionen.

Under d. 27 febr. 1882 har Kanslersembetet beviljat ett extra anslag af 500 kr från reservfonden åt amanuensen vid räntekammaren och kansliet v. häradshöfding O. Ernberg med afseende på de betydligt ökade göromål, som under de senaste fyra åren varit med hans befattning förenade.

Under d. 24 sistl. april har Kanslersembetet medgifvit, att ett belopp af 5000 kr må från universitetets bygnadsfond utgå till bestridande af kostnaderna för anordnande af planen framför den nya universitetsbygnaden.

Under d. 15 innevarande månad har kanslersembetet beviljat e. o. professorn P. G. Eklund, för det han uppehållit e. o. professionen i moralteologi och symbolik på förordnande, ett arfvode af 575 kr att utgå af den till bygnadsfonden ingående afkastningen af Husie prebendepastorat.

Under s. d. har Kanslersembetet funnit skäl, att till bestridande af kostnaderna för högtidligheterna vid invigning af den nya universitetsbygnaden, ställa till användning af komiterade för festligheten ett belopp af högst 5000 kr att mot redovisning ur reservfonden utgå.

Under s. d. har Kanslersembetet förklarat vaktmästaren O. Björklund berättigad att vid afskedstagandet uppbära från reservfonden en årlig pension af 600 kr att utgå från och med månaden näst efter den, då Björklund erhåller afsked från tjensten, hvarjemte kanslersembetet beviljat aflidne vaktmästaren P. A. Beckqvists enka Christina Beckqvist en årlig pension af 100 kr att ur reservfonden utgå från början af innev. maj månad.

Under s. d. har Kanslersembetet medgifvit, att ett arfvode af 1000 kr. för år må från d. 1 juli 1881 till slutet af 1881 från reservfonden utgå till öfverläkaren vid Lunds hospital S. Ödman mot skyldighet att leda den psykiatriska kliniken derstädes.

Universitetet har under det förflutna akademiska året fått emottaga följande donationer: Sedan regementsläkaran dr A. Hartelius tillkännagifvit sin afsigt vara att i livränteförsäkringsanstalten i Lund insätta ett belopp af 10000 kr, i ändamål att räntan af denna summa må efter hans och hans barns dödliga frånfälle af universitetet uppbäras och användas såsom honorar åt en lärare inom medicinska fakulteten mot skyldighet att under läseterminerna en

eller två gånger i veckan offentligen hålla populära föreläsningar i fysiologisk dietetik, har Kanslersembetet under d. 2 juni 1881 meddelat tillåtelse till emottagande af denna gåfva.

Under d. 22 i s. m. har Kanslersembetet medgifvit emottagandet af det kapital af 10000 kr, som af framlidne lektorn N. P. LJUNGGREN med. testamente anslagits till fond för stipendier för studerande af Kalmar nation.

Under d. 28 nov. har Kanslersembetet bifallit regementsläkaren dr A. HARTELII hemställan att få, mot uppbärande under sin lifstid af fem procent årlig ränta, kontant öfverlemna det kapital af 25000 kr, som han genom testamente d. 29 april och d. 11 okt. 1871 anslagit till en stipendiifond vid universitetet.

Under d. 12 sistl. nov. har artisten N. M. MANDELGREN *dels* förordnat, att efter hans död hela hans värdefulla samlingar och öfriga förmögenhet skall tillfalla Lunds universitet, *dels* med. donation till universitetet anslagit 15000 kr att genast öfverlemnas.

Medelst gåfvobref d. 3 sistl. mars har f. d. professoren A. W. EKELUND till universitetet donerat ett kapital af 4000 kr. såsom fond tiil ett stipendium för en studerande af småländska nationen.

Angående de särskilda institutionerna hafva af deras föreståndare nedannämde uppgifter blifvit meddelade:

Anatomiska institutionen. Dissektionsöfningarne hafva utan större afbrott kunnat fortgå under hela läseåret. I desamma hafva 35 medicine studerande och 1 fältskärselev deltagit. Af studenterna hafva 20 varit nybörjare; 15 hafva under tiden afslutat sin kurs. Materialet har utgjorts af 38 lik — 3 kvinliga och 35 manliga —, deraf 18 ankommit under höstterminen och 20 under vårterminen.

Institutionens utrustning har ökats med:

Möbler till ett rum,

Injektionsapparat från R. Ljung i Heidelberg,

34 embryologiska plancher, ritade i tusch och afsedda för föreläsningar samt någon literatur.

För samlingarne hafva en del mjuka preparater blifvit tillvaratagne och i ordning ställde samt 2:ne menniskoskeletter, det ena af en 11 ½ år gammal gosse, det andra af en 83-årig kvinna.

Dessutom har påbörjats en preparatsamling, afsedd för de studerandes mera omedelbara begagnande.

Histologiska institutionen. I de histologiska öfningarne hafva båda terminerna 15 medicine studerande deltagit.

Institutionens utrustning har ökats med:

Slädmikrotom af Thoma,

Objektbord af densamme,

Apparat att mäta tjockleken af täckglas; samtlige från R. Jung i Heidelberg samt

Atlas of Histology af Klein and Smith.

Astronomiska observatoriet. De zonobservationer, som med af Riksdagen beviljadt understöd fortgått sedan 1878, hafva vid innevarande års början blifvit tillsvidare afslutade, sedan hvarje i zonen ingående stjerna, som enligt det antagna programmet skulle observeras, blifvit iakttagen minst två gånger, och observationernas antal derigenom uppgått till 24029. För det närvarande arbetas med de anstälda observationernas reduktion, hvilken blifvit afslutad för de observationer, som blifvit erhållna intill slutet af 1879 och hvilkas antal uppgår till 6697. Dessutom har reduktionsarbetet med de 11859 observationer, som erhöllos under 1880, betydligt fortskridit, så att det anses kunna afslutas under innevarande år. Enligt den erfarenhet, som vunnits vid de hittils utförda reduktionerna, äro omkring fem procent af de anställda observationerna så beskaffade, att de behöfva en ytterligare verifikation; men den revision, som häraf blir en följd, kommer att uppskjutas, till dess samtliga observationerna blifvit reducerade.

Under senare hälften af år 1881 var vädret ganska ogynsamt, och zonobservationerna togo derför så godt som alla klara nätter i anspråk. Medan de pågingo,. erhöllos likväl 14 observationer på komet 1881. III och 2 på komet IV. Våglängdsbestämningar på den förres spektralband utfördes under 4 nätter. Den senares spektrum undersöktes under 2 nätter, men tid saknades för att anställa mätningar.

Sedan zonobservationerna blifvit afslutade, har adjunkten Dunér återtagit de observationer, med hvilka han förut varit sysselsatt. Sålunda har han från Februari till April innevarande år erhållit 55 dubbelstjernmätningar, och 288 observationer på spektra för röda stjernor sedan den 1 Maj 1881. Sistnämnde observationer torde kunna afslutas under detta år, så att resultaten kunna offentliggöras. Under 4 nätter hafva våglängderna blifvit bestämda för band i stjernornas 132 Schjellerup och α Herculis spektra.

De föränderliga stjernorna V. Coronæ, W. Herculis och S. Aurigæ hafva blifvit iakttagna vid tider, som fallit kring deras maxima; men på grund af det föga gynsama vädret hafva dessa observationer blifvit mycket ofullständiga.

Den nu synliga kometen Wells har hittills blifvit observerad endast 1 gång.

Sedan en longitudsbestämning under år 1879 blifvit anställd emellan observatorierna i Lund och Köpenhamn och dess beräkning blifvit öfvertagen af professor Thiele i Köpenhamn, har arbetet dermed enligt från honom erhållet meddelande nu så vidt fortskridit att dess resultat inom kort kan offentliggöras.

Observatoriets inventarier hafva icke undergått någon förändring, sedan sista berättelsen afgafs; men dess bibliotek har såsom förut erhållit värderika gåfvor från såväl inländska som utländska vetenskapsmän och lärda institutioner.

Universitets-biblioteket har under årets lopp erhållit gåfvor af staten (genom justitie- och ecklesiastikdepartementerne samt riksgäldskontoret), jernkontoret, generalstabens topografiska afdelning, byrån för Sveriges geologiska undersökning, statistiska centralbyrån, musikaliska konstföreningen i Stockholm, Kongl norska departementet för Kirke- og Undervisnings-Væsenet, Köpenhamns magistrat, Herlufsholms Stiftelsers Bestyrelse, Carlsbergs Laboratoriets Bestyrelse i Köpenhamn, Bestyrelsen for 4:de nordiske Jurist-Mødet, the Cobden-Club i London, bokhandlaren Alb. Cammermeyer i Christiania, herr G. v. Hansen i Reval, herr O. Herman i Budapest, herr W. Jackson i Paris, herr S. Larpent och fru J. Larpent i Christiania, professor A. Reiferscheidt i Greifswald, musikhandlaren C. Warmuth i Christiania, herr A. S. Woeikof i St. Petersburg, professor J. G. Agardh (dess faders, framl. biskop C. A. Agardhs, botaniska korrespondens med in- och utländske lärde män 1807—35, 15 häften 4:o), docenten Cl. Annerstedt i Upsala, filos. d:r M. Billing, professor C. F. E. Björling, fru Hilma Borg f. Palm i Örebro, 1:ste bibl. amanuensen F. E. Braune, kapten A. W. Brunius i Stockholm, med. kand. Axel Darin, grefve L. Benzelstjerna-Engeström i Stockholm, professorskan W. Hagbergs sterbhus, 2:dre bibl. amanuensen H. Hallbäck, framl. professor P. E. Gellerstedt (omkring 140 band medicinska skrifter, enligt testamentariskt förordnande utvalde ur dess boksamling), professor V. E. Lidforss, professor G. Ljunggren, justitierådet Chr. Naumann i Stockholm, e. o. bibl. amanuensen frih. Hug. v. Schwerin, herr J. Sundblad i Stockholm, professor Es. Tegnér, kabinetts-kammarherren frih. Louis Wrede på Maglö. — Biblioteket har utbytt skrifter med omkring 120 in- och utländska universiteter och lärda samfund. Så väl förenämnda gåfvor som de i den literära

bytesförbindelsen erhållna skrifter finnas specificerade i den årligen utkommande accessionkatalogen.

Den *Botaniska institutionen.* Det botaniska museum har under det förflutna akademiska läsåret erhållit åtskilliga gåfvor såväl till herbariet som till frukt- och frösamlingen. Sålunda har från Riksmusei botaniska afdelning bekommits en betydlig samling af brasilianska växter, som blifvit insamlade af h:rr Widegren, Regnell och Mosén, och svenska växter hafva blifvit förärade af konservatorn, dr Nordstedt, amanuenserna Hj. Nilsson och E. Ljungström, herr P. Adler samt studeranderna C. A. Elmqvist och N. G. Lagerheim. Samlingen af preparater, frukter och frön har ökats genom byte med botaniska institutionen i Coimbra och genom skänker af professor C. W. Blomstrand, konservatorn, dr Nordstedt, amanuensen Hj. Nilsson, lektor L. J. Wahlstedt, häradshöfdingen C. O. Schlyter samt studeranderna W. Montelin och R. Jungner.

Med anslag af universitetets reservfond hafva från Nachet i Paris inköpts 3 nya mikroskop. I de fytotomiska öfningarne, som fortgått tvänne förmiddagar i veckan under båda läseterminerna, hafva under hvardera terminen 9 praktikanter deltagit. Docenten B. Jönsson har under båda terminerna biträdt institutionsföreståndaren i ledningen af nämnde öfningar.

Till den botaniska trädgården hafva erhållits frön till utsäde från de botaniska trädgårdarne i Köpenhamn, Hamburg, Berlin, Königsberg, Paris, Montpellier, Rouen, Turin, Rom och Coimbra. En samling frön af växter från Tasmanien och Australien hafva skänkts af fru amiralinnan Virgin i Stockholm. — Lefvande växter hafva i utbyte lemnats från Alnarps trädgårdar, trädgårdsföreningen i Göteborg, Landbohöiskolen i Köpenhamn och James Veitch & Son i London.

I växthusen hafva i vår tvänne stora exemplar af Dracæna Draco blommat, och är det troligen första gången denna växt blommat i något af de skandinaviska länderna.

Det *Filologiska seminariets latinska afdelning* har under båda terminerna haft 5 ordinarie medlemmar, under höstterminen dessutom 6 åhörare. De kritiskt-exegetiska öfningarna, hvilka i allmänhet hållits Tisdagar kl. 6—8 e. m., hafva omfattat under höstterminen *Taciti Germania* och under vårterminen *Lucreti de rerum natura liber I.* Tre afhandlingar hafva under läsåret försvarats; under höstterminen: Num Horatius in sua ad Pisones epistola Aristotelis de arte poetica librum secutus est? scr. J. Paulson och De enuntiationibus finalibus et consecutivis, quae apud Cornelium Nepotem per *ut* et *ne* particulis in-

feruntur, scr. J. THOMSON, samt under vårterminen: Platonis Critonem e Graeco in Latinum convertit P. HOLMGREN. Föreståndare för seminarieafdelningen har under hela läsåret varit doc. S. J. CAVALLIN.

Det klassiskt filologiska seminariets *grekiska* afdelning har under läsåret haft *sex* medlemmar, de fyra under båda terminerne; hvarjämte höstterminens sammanträden bivistades af *tre* åhörare. Hvarje vecka under föreläsningsterminerne hafva, i allmänhet Fredagarne 5—7 e. m., hållits kritiskt exegetiska öfningar, hvilka rört sig kring *Platos* Meno (h. t.) och *Sophoclis* Oedipus Rex (v. t.). *Fem* af medlemmar författade uppsatser hafva dessutom under läsåret medels disputation ventilerats; desse hafva dels behandlat grekiska texter, dels utgjort öfversättning från latinsk författare till grekiska språket, med inledning och anmärkningar på latin.

Filologiska seminariets afdelning för *nordisk språkforskning* har under höstterminen 1881 haft tre medlemmar och en åhörare. Sammanträdena hafva varit 11 och öfningarna hafva haft till föremål dels kritisk-exegetisk behandling af Jomsvikingasaga, dels referat af vigtigare, till nordisk språkforskning hörande arbeten. Följande afhandlingar hafva under denna termin ventilerats: af kand. LUDVIG LARSSON, sk., "Strödda anmärkningar till den Stockholmska Homilieboken"; af kand. B. J. BERGQVIST, sk., "Sigurd Fots saga"; af kand. C. A. WINDAHL, bl., "Om svensk folketymologi". Föreståndare under höstterminen har varit doc. G. CEDERSCHIÖLD.

Under vårterminen 1882 har afdelniningen haft tre ordinarie medlemmar, hvarjemte en åhörare regelbundet deltagit i öfningarna. Sammanträdena hafva varit 14. Af dessa hafva 9 upptagits af tolkning af Snorra Eddas Skáldskaparmál, hvarvid sidd. 230—338 i den Arne—Magnæanska upplagan blifvit genomgångna, 2 af referat af nyutkomna arbeten samt 3 af ventilation af följande afhandlingar: af kand. B. J. BERGQVIST, sk., "Om stamslutet hos de substantiva vokalstammarne i de äldre runinskrifterna"; af kand. LUDVIG LARSSON, sk., "Glossar till isländska skinnboken, cod. A. M. 674 A. 4:to"; af kand. H. KABNER, sk., "Den grönländska sången om Atle, vers 1—20". Föreståndare under vårterminen har varit doc. S. SÖDERBERG.

Filologiska seminariets afdelning för nyeuropisk linguistik har under höstterminen 1881 haft fem medlemmar och två åhörare, under vårterminen 1882 tre medlemmar och två åhörare. Öfningarne, hvilka regelbundet fortgått Torsdagar kl. 5—7 e. m., hafva omfattat: under höstterminen tolkning af *Hildebrands lied*, *Wessobrunner Gebet* och delvis *Muspilli:* under vårterminen af

Otfrieds Evangelienbuch de i Braunes Altdeutches Lesebuch intagna styckena. Diskussionen har förts på tyska språket. Vid slutet af båda terminerna ha samtlige medlemmarne författat och försvarat hvar sin afhandling, näml. höstterminen: E. ZANDER, sm., M. BOHEMAN, gb., H. KABNER, sk., G. BILLING, sk. och R. CEDERSCHIÖLD, sk., vårterminen R. CEDERSCHIÖLD, H. KABNER och G. STRÖM, sk. Föreståndare har varit docent PETERSON.

För *Fysiska institutionen* har, alltsedan professuren år 1834 inrättades, intet år varit så betydelsefullt som detta. Såsom bekant är, har riksdagen beviljat 105,000 kronor till en ny bygnad för institutionens ändamål. Detta är otvifvelaktigt ett ur flera synpunkter mer än vanligt glädjande faktum, icke blott för fysikens mera enskilda vänner utan äfven för den vetenskapliga bildningens vänner i allmänhet.

Med afseende på institutionens egen verksamhet under året må nämnas, att de praktiska öfningarna på öfligt sätt fortgått till den omfattning, som förhållandena medgifvit, och att instrumentsamlingen ökats med en apparat, af professor EKLUND för quantitativ bestämning af värmet vid det s. k. Peltierska fenomenet.

Geologiska institutionens samlingar hafva under läsåret erhållit hufvudsakligen följande tillökning. Genom köp har förvärfvats: en större samling kritfosilier från Bornholm af herr C. JÖRGENSEN, Arnager, Bornholm; en samling gipsafgjutningar utvisande cephalopodskalets utveckling och flera fossilier för komplettering af museets hithörande samlingar från d:r A. KRANTZ, Bonn; en samling vackra stuffer, hufvudsakligen från Norbergs grufva från ing. E. ÅKERMAN, Stockholm.

Genom byte med museet i Königsberg har museet förvärfvat en intressant samling dilvialfossilier och cenomana-block från Ost Preussen.

Den betydligaste tillökningen har dock som vanligt skett genom gåfvor, af hvilka nedanstående torde vara de vigtigaste: af studiosus ALBERT, Berlin: en intressant Pinna? sp. från Limhamn; af skollärare AURELL, V. Olinge: Kritfossilier från trakten af V. Olinge; af professor C. W. BLOMSTRAND: Astylospongia inciso-lobata från Finjatrakten; kassör A. F. CARLSON, Stabbarp: väl bevarade växtlämningar från Stabbarp och Bornholm; block från Stabbarp och Asmundtorp; borrprof från från Stabbarp; af DOMNARFVETS JÄRNBURK: vackra malmstuffer, hufvudsakligen från Striberg; af kandidat FR. EICHSTÄDT, sk. en samling stuffer från Sachsens granulitformation; repad porfyrhäll från Leipzig; block från trakten af Leipzig; af ryttmästare G. VON ESSEN: kopparmalm från

Ovambolandet, S. Afrika; block från Näsbyholm; af ryttmästare C. FOLLIN, Pålsjö: fragmenter af reptilieben från slipsandstenen, Pålsjö; af professor C. GOTTSCHE, Yokohama: Actinocomax quadratus från Holstein; af d:r N. O. HOLST, Stockholm: klotdiorit och porfyr från Småland; af studeranden J. JÖNSSON, sk.: Hörssandsten med vågsvall, fosforit från Sularp; kritfossilier från Lovisefarm och Ignaberga; lösa block från trakten af Näsbyholm, Hör och Hven; af studeranden A. KEMNER, sk.: Sandsten med Pullastra m. m. från Ramlösa: af herr J. W. KLINTBERG, Visby: en samling öfversiluriska fossilier från Gotland; af friherre C. KURCK, Petersborg: Lituites från Komstad; skiffer med bivalver från Bollerup; af professor G. LINDSTRÖM, Stockholm: Aucella concentrica från Nowaja-Zemblja; af kandidat E. LJUNGSTRÖM, sk.: fossiler från Skrifkritan och Faxekalken; Graptoliter från Fågelsång och Bösmöllan; af ingeniör HJ. LUNDBOHM, Stockholm: Sandsten med vågsvall från Grafvarne; af studeranden O. MATTSSON, sk.: fossilier från V. Olinge m. fl. st.; af adjunkt C. MELANDER, Skellefteå: subfossila snäckor från trakten af Skellefteå; af e. o. amanuensen J. C. MOBERG: fossilier från Andrarum, Tosterup, Fågelsång, Annetorp och Eriksdal; bärgarter från Kurremölla; block från Röddinge, Ystad m. fl. st.; penningemalm från Åsnen m. m.; af adjunkt E. NEANDER: torf och block från Bjerresjö; af ingeniör PETTERSSON, Limhamn: block med vackra jökelrepor från Limhamn; af grefve CHR. REWENTLOW, Finhult: fossilier från Ringsjötrakten och Båstad; svafvelkisboll från Hurfva; af kandidat HANS SJÖGREN, sk.: en större samling fossilier från den stenkolsförande formationen i nordvästra Skåne, hvaribland särskildt märkas flera Ammoniter; af SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING: bärgarter från Åland, klotdiorit från Småland, fossilier från Öster- och Vestergötland; af studeranden A. TUFVESSON: Hörssandsten med marina fossilier från Brandsberga; af d:r S. A. TULLBERG, Stockholm: Graptoliter från Fågelsång; af d:r A. E. TÖRNEBOHM, Stockholm: bärgarter från Nullaberget, Värmland; af ingeniör E. ULFFERS, Höganäs: block med Ostrea Hisingeri m. m. från Höganäs: af licentiat K. VALLIN, vg.: block från Krutmöllan; af amanuens M. WEIBULL, Ög.; en samling siluriska fossilier och bärgarter från Dalarne; eurit med pegmatitgång från Kårarfvet; veckad malm från Gräsberg; kritfossilier från Hanaskog m. m.; af studeranden H. VINBLAD: svafvelkis från Fågelsång; af kyrkoherde C. R. WULFF, Ahlstad: krita från Marieberg; af jägmästare A. ÅKERMAN, Gerdslöf: Olenusskiffer från Andrarum; af ingeniör E. ÅKERMAN, Stockholm: tertiärt block från Näsbyholm; af föreståndaren: stuffer från den kolförande formationen och Hörssandstenen; fossilier från Limhamn, Annetorp,

Rödmölla, Tosterup m. m.; basalt från Skäralid; block från Tosterup, Skäralid m. m.

Historiskt-ethnografiska museum har under det förflutna läsåret förvärfvat 45 fornsaker tillhörande stenåldern, 8 från bronsåldern samt omkring 100 föremål af ben, horn och jern, hvilka vid djupgräfning blifvit funna i en trädgård i sydöstra delen af staden Lund och sannolikt förskrifva sig från den första kristna tiden; på två af dessa föremål äro runor af den yngre runraden inristade. Såsom gåfvor har museet fått mottaga: af kongl. hofpredikanten A. J. Björk i Vestra Vram: en jernbeslagen kyrkdörr från Vestra Vrams gamla kyrka (afbildad hos Brunius, Skånes konsthistoria, pl. X, fig. 2); af svenske målaren Tholander i Moskvå: ett krucifix af brons med gammalrysk inskrift samt en liten medaljong; af stud. W. Bülow: en i Paradislyckan i Lund hittad Amarantordens-krachan af messing.

Mynt- och medaljkabinettet har under sista läsåret emottagit följande gåfvor: af Svenska akademien dess minnespenning öfver A. J. von Höpken, i silfver; af Vetenskapsakademien dess minnespenning öfver A. F. Cronstedt, i silfver; af kammarherren och riddaren M. Lagerberg en till minne af kon. Oscar II:s 50 års födelsedag präglad medalj, i silfver; af stud. B. Kemner Rigas $^1/_{24}$ thaler 1624. — Genom köp har samlingen gjort följande förvärf. Mynt: 25 st. i Moskva köpta ryska silfverkopeker från tsarerna Ivan IV, Feodor I och Boris Godunov; Gustaf I:s halfmark 1540; Karl XII:s dukat 1717. Medaljer: Gustaf II Adolf, Hild. 135, silfver; Kristina, H. 27 och 36 (båda öfver Westfaliska freden) silfver, H. 122 a, tenn; Karl XI, H. 19 (öfver freden i Breda), silfver, H. 105, a ("sic regna tuemur") tenn; Karl XII, H. 170 (öfver konungens återkomst från Turkiet); Ulrika Eleonora d. y. H. 19 (drottningens död) tenn; Fredrik I, H. 5 (öfver kon:s krigiska bedrifter i spanska successionskriget), silfver; Gustaf III, H. 127 (ensidig minnespenning), tenn; enskilda minnespenningar öfver J. J. Berzelius, H. 1, brons, samt öfver A. E. Nordenskiöld, präglad af Finska vetenskapssocieteten, brons.

Vid den *Kemiska institutionen* hafva under läsåret inga väsendtliga förändringar timat, liksom tillgångarne ej medgifvit några betydligare inköp utöfver de löpande utgifterna. — Å *mineralkabinettet* har skåpinredningen ökats och i öfrigt omändrats, såsom af den nya och utvidgade lokalen kunnat föranledas. Tillskott i samlingen hafva vunnits genom en sändning af amerikanska mineralier från Brand i Filadelfia, genom köp af isynnerhet schweitziska mineralier samt genom af institutionsföreståndaren gjorda insamlingar under en mineralo-

gisk resa förliden sommar i sydöstra Norge samt tillgränsande svenska landskaper. — Å laboratorium hafva under höstterminen 59, under vårterminen 49 studerande arbetat, deribland 6 med qvantitativa undersökningar.

På *laboratoriet för Medicinsk kemi* hafva under läseåret 27 medicine studerande arbetat nemligen 8 under höstterminen 1881 och 19 under vårterminen 1882.

På *Kirurgiska* och *Obstetriska klinikerna* hafva 25 med. kandidater tjenstgjort. Antalet patienter intagne på den kirurgiska afdelningen har utgjort 599, och på dessa hafva under året verkställts 201 operationer. På afdelningen för ögonsjuka hafva under året vårdats 243 personer. På dessa hafva 92 operationer blifvit verkstälda. Samma gynsamma resultat, som under de närmast föregående åren vunnits efter operationerna på såväl kirurgiska som ophtalmiatriska afdelningen, har äfven under det sistförflutna året ernåtts. Sålunda hafva exempelvis alla ovariatomier, nio till antalet, haft ett i allo gynsamt förlopp, och af 22 starrextraktioner hafva 21 lemnat godt resultat. På obstetriska kliniken hafva 83 qvinnor vårdats. Den kirurgiska och obstetriska instrumentsamlingen har under året blifvit förökad med en del instrumenter inköpta från Collin & Comp. i Paris.

Å *Medicinska kliniken* hafva under läseåret behandlats 186 patienter. Praktikanter å denna klinik under samma tid 25, deraf 18 från Lunds universitet och 7 från K. Carolinska institutet.

Patologiska institutionen. Antalet af patologiska obduktioner, som dels å länslazaretet dels å Lunds hospital under läsåret förrättats, kan på grund af tillfälliga omständigheter icke för närvarande bestämdt uppgifvas. De rättsmedicinska eller i rättsmedicinsk form anstälda obduktionernas antal uppgår till 6. I samlingarna hafva under samma tid uppstälts 84 n:r nya preparater. På vanligt sätt hafva institutionens tjenstemän vid obduktionerna tillvaratagit allt, som för samlingarna eller undervisningen varit af någon betydelse, hvarjemte institutionen såsom gåfvor fått emottaga talrika och värdefulla preparater från härvarande lazarets kirurgiska kliniker genom deras föreståndare hrr prof. d:r C. J. Ask och adj. d:r M. K. Lövegren samt genom aman. d:r L. Sjödahl, och dessutom från t. f. laboratorn d:r H. Bendz, slagt. Borgelin i Lund, vaktm. A. Cato, veterinärläk. Ekeman, fältläk. d:r Aug. Falck, regementsläk. d:r L. Fick, prof. d:r Hj. Lindgren. d:r A. Nordenstedt och h:r A. Tuvasson i Lund.

Den *Zoologiska institutionen* har under året erhållit gåfvor af adj. G. Brunius, naturaliehandl. W. Frič i Prag, jägmästare F. Gyllenkrok, d:r O. Nordstedt,

provisor A. Ohlsson, hr C. Möller, skolyngl. P. Rosenius, adj. E. Neander, konserv. C. Roth, hr O. Roth m. fl. — Utrymmet medgifver hvarken att fullständigt uppräkna gifvarene eller att specificera gåfvorna. — Af adj. G. Brunius har inköpts en samling dels skeletter, dels evertebrerade djur, utgörande 38 n:r i 64 exemplar. Af herr C. Möller på Wedelsbäck har inköpts en samling Svenska Coleoptera uppgående till öfver 1,600 exemplar, och har dessutom öfverenskommelse träffats om fortsatta inköp för den entomologiska afdelningen. De skåp, i hvilka insektsamlingen inrymmes, äro dock delvis bristfälliga och behöfva ersättas med nya. — Det mest betydande inköpet för året är dock det som blifvit inledt genom beställning från zoologiska stationen i Neapel af en samling evertebrerade djur af olika ordningar; denna samling torde dock först fram på hösten vara att förvänta. För vertebratsamlingen har det länge varit så trångt om utrymme, att på någon nämnvärd tillökning af denna ej varit att tänka; en glädjande utsigt till förändring häri har öppnat sig genom det anslag riksdagen beviljat till ny lokal för fysiska institutionen. — En väl behöflig reparation af samtliga fågelskåpen har under året blifvit verkstäld; till dess bestridande har univ. Kansler beviljat ett anslag af 800 kr ur reservfonden. — I de zootomiska öfningarna, som h. t. stått under ledning af e. o. amanuensen dr E. Neander, under v. t. af amanuensen kand. D. Bergendal, hafva tillsammans 39 studerande deltagit.

Nedannämda skrifter af universitetets lärare och tjenstemän hafva under det akademiska läsåret blifvit i tryck offentliggjorda eller äro för närvarande under tryckning *).

Agardh, J. G.: Till algernas systematik. Nya bidrag. Andra afdelningen (i Acta Univ. Lund. XVII. 4:o. 134 + 2 s. + 3 pl.)

Tal vid festen i Skånes enskilda bank den 2.Juni 1881. Malmö. 1881. 15 s.

Ahnfelt, O. N.: Om nådens ordning i dess inre sammanhang (i Acta Univ. Lund. XVII. 4:o. 76 s., äfven utg. såsom disp.)

Recensioner i Svensk luthersk kyrkotidning, Norrkpg, 1882.

Alexanderson, A. M.: Grekisk fornkunskap. Häftet 1. Sthm 1881. 80 s. (i förening med O. V. Knös).

Areschoug, F. W. C.: Skånes flora, innefattande de fanerogama och ormbunkartade växterna. 2 uppl. Lund 1881. XX och 585 s.

Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere

*) Förmatet är oktav, derest ej annat särskildt anmärkes.

auf die anatomische Structur der Blattorgane (i Botan. Jahrbücher f. Systematik, Leipzig, II. s. 512—526).

Berling, E. W.: Malmö—Lund. Minnesblad. Andra tillökta och rättade upplagan. Med 12 illustrationer i träsnitt. Lund 1881. 103 s.

Billing, G.: Det kyrkliga samfundet och den kristlige individen. Inträdesföreläsning. Lund 1881. 24 s.

Om den allmänna svensk-lutherska prestkonferensen i Stockholm. I. II. (i Sv. luthersk kyrkotidning, Norrkpg, 1882. s. 1—6, 17—24).

Korrespondensartiklar till Luthersk Ugeskrift, Kristiania, 1882. n:ri 13—15.

Bör bibeln vara lärobok och den enda läroboken vid kristendomsundervisning? (i Tidskr. f. folkundervisningen, Sthm, 1882. s. 10—22.)

Borelius, J.: Ueber den Satz des Widerspruchs und die Bedeutung der Negation (i Philos. Monatshefte, Leipzig, 1881. s. 385—427).

En recensoin i Ny svensk tidskrift, Lund, 1882. s. 79—89.

Broomé, G.: Allmänna civilprocessen efter svensk gällande rätt. Lund 1882. 356 s

Cavallin, S. J.: Aoristi infinitivus Homericus ad verba dicendi et sentiendi relatus num futurum tempus significare possit (i Acta Univ. Lund. XVII. h:o. 30 s.)

Öfversigt af nya testamentets grammatiska egendomligheter. Lund 1882. 4 + 97 s.

Cederschiöld, G.: Nordiska folksagor i medeltidsdrägt (i Ny svensk tidskrift) Lund, 1882; s. 219—33).

"Háttatal Snorra Sturlusonar, herausgegeben von Th. Möbius. II" (recension i Revue crit. d'hist. et de littér., Paris, 1882. s. 293—95).

"Elis Saga ok Rosamundu, herausgegeben von E. Kölbing" (recension i Deutsche Literaturzeitung, Berlin, 1882. sp. 502—3).

Claësson, P.: Om Toluoltrisulfonsyra (i Öfvers. af Vetensk.-Akad. förhandl. Sthm, 1881. n:o 2. s. 3—8).

Om Dithioglykolsyra (ibid. n:o 3. s. 27—32).

Om Rhodankaliums inverkan på föreningar af Monoklorättiksyra (ibid. n:o 4. s. 27—34).

Dunér, N. C.: Elliptische Elemente und Ephemeride des Kometen III 1881 (i förening med F. Engström, införd i Astron. Nachr. n:o 2390).

Auffindung neuer Spectra der III Classe (ibid., under tryckning).

Eklund, P.: Grunddragen af den kyrkliga trosläran jemte hänvisningar till den

Heliga Skrift. Ny upplaga för skolan och den tänkande allmänheten. Lund 1881. 91 s.

Engström, F.: Bestämning af banan för komet 1847. II (i Acta Univ. Lund. XVII. 4:o. 21 s., äfven utg. såsom disp.)

Elemente und Ephemeride des Kometen III 1881 (i förening med N. Dunér; se ofvan).

Fahlbeck, P. E.: En recension i Ny svensk tidskrift, Lund, 1882. s. 177—85.

Friedlander, A. E.: Holger Drachmann. Ett skaldeporträtt från hinsidan Sundet (i Ny svensk tidskrift, Lund, 1882. s. 135—46).

Några recensioner i Pedagogisk tidskrift.

Geijer, K. R.: Några ord om de tyska universiteten och det filosofiska studiet derstädes (i Ny svensk tidskrift, Upsala, 1881. s. 384—92).

Hegelianism och positivism. Studier med anledning af prof. M. J. Monrads skrift: "Tankeretninger i den nyere Tid" (i Acta Univ. Lund. 4:o; under tryckning).

Har från detta års början såsom ansvarig utgifvare öfvertagit redaktiönen af Ny svensk tidskrift, af hvars löpande årgång hittills två häften utkommit.

Hallbäck, H.: Från Södern. Ur en otryckt diktsamling (i Ny svensk tidskrift, Lund, 1881 s. 150—53).

Jönsson, A.: Ytterligare bidrag till kännedomen om embryosäckutvecklingen hos angiosperma växter (i Botan. notiser, Lund, 1881 s. 169—87).

Kock, A.: Ein consonantisches auslautgesetz des gotischen aus dem accent erklärt (i Zeitschr. f. deutsches Alterthum, Berlin, N. F. XIII. s. 226—32).

Sörbygdmålet, anmälan och iakttagelser (11 s., i Nyare bidr. till känned. om de sv. landsm., Sthm, I).

En bokanmälan i Literaturbl. f. german. u. roman. Philol., Darmstadt, 1882. sp. 91—92).

Kreüger, J: Sjörättsliga studier. Fortsättning och slut (i Tidskr. f. lagstiftn., 1881. s. 257—75, 386—416).

Några ord om den juridiska stilen i Sverige (ibid. 1881, s. 546—52).

Bidrag till lösning af frågan om romerska rättens studium (ibid. 1881. s. 570—77).

Bidrag till upplysning om det kanoniska rättegångssättet i Sverige under medeltiden och dess inflytande på den verldsliga proceduren i detta land under sagde tid (ibid. 1881. s. 641—51; 1882. s. 13—37).

Om skyldigheten för en stats styrelse att ansvara för de förbindelser, som härleda sig ifrån åtgärder af en föregående regering (ibid. 1882, under tryckning).

LIDFORSS, V. E.: Hannibals död. Tragedi af Victor Balaguer. Öfversättning från katalanskan (i Ny svensk tidskrift, Lund, 1882. s. 27—38).

LINDE, S.: Emendationes et criticæ annotationes ad græcos et latinos scriptores (i Acta Univ. Lund. XVIII. 4:o 55 s.)

LINDFORS, A. O.: Om kronisk hyperplastisk endometrit (endomatritis fungosa). Ett bidrag till kännedomen om de extra-puerperala lifmoder-blödningarne. Akad. afhandling. Lund 1882. 61 + 1 s.

LJUNGGREN, G.: Några anmärkningar om Walter Scott och hans romandiktning. Lund 1881. 4:o 25 s. (univ.-program).

Svenska vitterhetens häfder. Tredje delen. Häft. 3 och 4. Lund 1881. s. 321—611 + V.

Vördsam inbjudning till deltagande i den högtid, som Lunds universitet firar med anledning af H. K. H. Kronprinsen Oscar Gustaf Adolfs förmälning med H. Sth. H. Prinsessan Sophie Marie Victoria af Baden af universitetets rektor. Lund 1881, 4:o 3 s. (univ. progr.)

Lefnadsteckning af Orvar Odd i Valda skrifter af Orvar Odd. Sthm 1882 (19 s.).

LJUNGSTRÖM, E.: Epipactis microphylla (i Botan. notiser, Lund, 1881 s. 147—51).

LOVÉN, J. M.: Några svafvelhaltiga substitutionsderivat af Propionsyran. Lund 1882, 28 s. 4:o.

LUNDGREN, B.: Undersökningar öfver molluskfaunan i Sveriges äldre mesozoiska bildningar (i Acta Univ. Lund. XVII. 4:o 57 s. + 6 pl.).

Om en Belemnit från Preobraschenie ön (i Öfversigt af Vetensk.-Akad. förh., Sthm, 1881. n:o 7. s. 3—7).

Anmärkningar om ett tertiärt block från Bornholm (i Geol. Fören. förhandl., Sthm, VI. s. 31—34).

Några ord om de på den internationela geologiska kongressen i Bologna fattade besluten om enhet i den geologiska terminologien (ibid. VI. s. 121—27).

Anmälan af A. G. Nathorsts arbeten öfver Sveriges fossila flora (i Nord. tidskr., Sthm, 1881. s. 371—74).

Smärre uppsatser, referater och anmälningar i Geol. Fören. förhandl. och Nordisk familjebok).

MOBERG, J. C.: Studier öfver svenska kritformationen. 1. Kåseberga-Eriksberg (i Geol. Fören. förhandl., Sthm, VI. s. 3—10).

NILSSON, N. HJ.: Redigerat Skånska Trädgårdsföreningens tidskrift. Lund. 5 årg. 1881. n:ri 3, 4; 6 årg. 1882. n:ri 1, 2.

Najas flexilis (Willd) Rostk. & Schmidt och dess förekomst i Sverige (i Botan. notiser, Lund, 1881. s. 137—47).

NORDSTEDT, O.: Redigerat Botaniska notiser. Lund 1881. n:ri 4—6; 1882. n:ri 1—3.

Zusammenstellung von den in "Notes algologiques" citirten Nummern der Algenexsiccaten Rabenhorst's (i Hedvigia, Dresden, 1881. s. 179—82).

Algologiska småsaker. 3. Ueber einige Algen aus Argentinien und Patagonien (i Botan. notiser, Lund, 1882. s. 47—51) *).

NYBLÆUS, A.: Den filosofiska forskningen i Sverige från slutet af adertonde århundradet framstäld i sitt sammanhang med filosofiens allmänna utveckling. Andra delen. Förra afdelningen. Schelling. — Leopold. — Tegnér. — Geijer. Lund 1881. XIV + 666 + 2 s.

Om statsmaktens grund och väsende. Historisk-kritisk betraktelse med anledning af Proudhons skrift: "Les confessions d'un révolutionnaire." Ny tillökad upplaga. Lund 1882. 150 + 1 s.

ODHNER, C. TH.: Ett bidrag till Anjalaförbundets historia (i Histor. tidskrift, Sthm, 1882. s. 70—76).

Om orsakerna till Gustaf II Adolfs deltagande i trettioåriga kriget. Kritisk belysning. Andra omarbetade upplagan, jämte inledning. Lund 1882. 68 s.

RIBBING, S.: Om ileus, en klinisk studie. Akademisk afhandling. Lund 1882. 1 + 192 s.

ROSENIUS, M. G.: Tal vid Lunds stifts bibelsällskaps allmänna sammankomst den 29 Augusti 1881. Lund 1882. 22 s. (i Lunds stifts bibelsällskaps handlingar för år 1881).

RYDBERG, J. R.: Studier öfver friktionselektriciteten (i Acta Univ. Lund. XVIII. 4:o 12 s.)

SCHLYTER, C. J.: Om en föregifven ännu i behåll varande äldre redaktion af Södermannalagen (i Acta Univ. Lund. XVII. 4:o 5 s.)

*) Dessutom har dr Nordstedt i förening med V. B. Wittrock publicerat: Algæ aquæ dulcis exsiccatæ præcipue scandinavicæ. Fascic. 9 et 10 cum indice fascic. 1—10. Holmiæ 1882.

Tegnér, Es.: Hemmets ord. Aftryck ur Tidskrift för hemmet. Sthm. 1881. 77 s.
Om svenska familjenamn. I. II. (i Nord. tidskrift, Sthm, 1882. s. 1—35, 103—43).

Warholm, C.: Om 1. Johannis 5: 7. Textkritisk undersökning. Lund 1881. 38 s.
Kristendom och penningar. Föredrag af G. Uhlhorn. Öfversättning. Lund 1882. 31 s.

Weibull, O. M.: Ett vattenhaltigt jernoxidsilikat (i Geol. Fören. förhandl., Sthm, V. s. 627—30).

Wickberg, R.: Notes on the Origin of the Early West-Saxon Vowel System (i Acta Univ. Lund. XVIII. 4:o 23 s.).

Wisén, Th.: H. K. H. Kronprinsen Gustafs och H. H. Prinsessan Victorias förmälning. Tal vid Lunds universitets fest den 1 Okt. 1881. Lund 1881. 27 s. (2 uppl. s. å.)
Riddara Rímur, efter handskrifterna utgifna. Andra häftet. Lund 1881. XLVI + 2 s. + 97—193.
Åtskilliga uppsatser i fornnordisk literaturhistoria och mythologi, intagna i Nordisk familjebok.

Oberäknadt hvad sålunda blifvit af universitetets lärare och tjenstemän i tryck utgifvet, hafva följande afhandlingar blifvit vid universitetet utgifna:

Ambrosius, J. M.: Om Immanuel Herman Fichtes Teism och Etik. Lund 1882. 144 s.

Eickstädt, F.: Skånes Basalter mikroskopiskt undersökta och beskrifna. Lund 1882. 69 s.

Lindh, A.: Om Alkoholinsprutningar vid underlifsbrock. Halmstad 1882. 70 s.

Runquist, E.: Euphrosyne, En litteraturhistorisk studie. Norrköping 1882. 52 s.

Thorbjörnsson, Th.: Om fördrageit i Ulm 1647, jemte en blick på Bayerns föregående politik under tretioåriga kriget. Göteborg 1881. 59 s.

Det Större Konsistoriet har under det akademiska året haft 19 sammanträden, det Mindre 11. I det sistnämda hafva tjenstgjort jemte undertecknad samt prorektor, proff. Broomé, Möller, Warholm, Odhner och Odenius samt i särskilda ärenden bibliotekarien och räntmästaren. Professorerne Broomé och Odenius, som varit i ordningen närmast att ifrån det mindre konsistoriet afgå, hafva blifvit deri återinvalde för närmast följande tre akademiska år.

I Drätselnämden hafva utom de ordinarie ledamöterne tjenstgjort proff. Broomé, Hamilton och Möller. Professor Hamilton har blifvit i drätselnämden ånyo invald för nästa treårsperiod.

Styrelsen för universitetets årsskrift har utgjorts af proff. OLBERS, HAMILTON, BLOMSTRAND, CAVALLIN och ARESCHOUG, af hvilka den förstnämde tjenstgjort såsom styrelsens ordförande och den sistnämde såsom dess sekreterare. Sjuttonde årgången af årsskriften har under läsåret utkommit.

Bibliotekskommissionens medlemmar hafva utom bibliotekarien och v. bibliotekarien utgjorts af proff. SKARSTEDT, ASSARSSON, ASK, NYBLÆUS, CAVALLIN, MÖLLER och ARESCHOUG.

De vid universitetet närvarande studerandes antal utgjorde höstterminen 779 deraf 121 tillhörde den teologiska, 106 den juridiska, 81 den medicinska och 471 den filosofiska fakulteten. Vårterminen utgjorde de studerandes antal 719 deraf 106 tillhörde teologiska, 118 juridiska, 78 medicinska och 417 filosofiska fakulteten.

Såsom studerande hafva blifvit inskrifne 161 nemligen höstterminen 135 och vårterminen 26.

Af följande antal studerande hafva examina blifvit aflagda: teoretisk teologisk 25, praktisk d:o 19, examen till rättegångsverken 15, examen till kongl. maj:ts kansli 3, medicine licentiat examen 6, d:o kandidatexamen 15, filosofie licentiat examen inom humanistiska sektionen 1, matematisk naturvetenskapliga d:o 6, filosofie kandidatexamen 23, teologisk filosofisk 4, juridisk filosofisk 8, medico filosofisk 18, juridisk filos. preliminärexamen 32. Latinskt skrifprof har blifvit aflagdt af 38 för filosofie kandidatexamen och af 27 för teologisk filosofisk examen.

Premier hafva för 1880 tilldelats: inom teologiska fakulteten 1. studeranden A. MÖLLER, sk., 2. N. P. HOLMQVIST, sk., 3. O. LUNDGREN, sk.; inom juridiska fakulteten 1. stud, HJ. NEHRMAN, sm., 2. E. HOLMSTRÖM, klm., 3. P. LAMBERG, gb.; inom medicinska fakulteten, 1. med. licentiat H. BENDZ, sk., 2. med. kand. C. FLENSBURG, sk., 3. med. kand. H. E. PETTERSSON, sk.; inom filosofiska fakulteten 1. docenten F. ENGSTRÖM, sm., 2. fil. d:r J. KJELLBERG, gb., 3. fil. licentiaten INGVAR OLSSON, sk.

Under det akademiska året hafva 40 akademiska betyg blifvit utfärdade deraf 6 meddelats åt akademiska lärare.

Med Kanslers-Embetets bifall förrättar filosofiska fakulteten i dag kl. 11 f. m. doktorsutnämning, dervid af dekanus komma att till filosofie doktorer förklaras:

1. Docenten i astronomi, amanuensen vid astronomiska institutionen, filosofie-licentiaten FOLKE AUGUST ENGSTRÖM, sm., som är född i Jönköping 31 mars 1856; aflagt

maturitetsexamen vid Jönköpings h. elem.-läroverk 5 Juni 1875; student 13 sept. s. å.; ex. stili latini pro gradu philosophico 8 dec. s. å., filosofie kandidat 29 maj 1877, licentiat d. 25 maj 1881; disputerade för doktorsgrad 19 oktober s. å.; amanuens vid astronomiska observatoriet i Lund 1 mars 1879; docent i astronomi d. 2 nov. 1881.

Tryckt skrift: "Bestämning af banan för komet 1847. II", Lund 1881, 4:to, akad. afhandl.

2. Förste amanuensen vid kemiska institutionen, fil. licentiaten JOHAN MARTIN LOVÉN, sk., som är född i Åhus, den 1 aug. 1856; genomgått Kristianstads h. elem.-läroverk, aflagt maturitetsexamen derstädes den 26 Maj 1875; student i Lund den 13 sept. s. å.; ex. stili lat. pro gr. phil. den 19 maj 1876; filosofie kandidat den 29 maj 1877; filosofie licentiat den 1 mars 1882; disp. pro gradu phil. den 30 maj s. å.; andre amanuens vid kemiska institutionen i Lund den 16 dec. 1876, förste amanuens derstädes okt. 1879; deltog i 12:te skandinaviska naturforskaremötet i Stockholm 1880.

Tryckt skrift: Några svafvelaktiga substitutionsderivat af propionsyran, 28 sid. 4:to, aftryck ur Lunds Univ. årsskrift tom. XVIII, gradualdisp.

3. Filosofie licentiaten CHRISTIAN CARL FREDRIK EICHSTÄDT, sk., som är född å Axeltofta gård nära Landskrona den 28 augusti 1855, aflade mogenhetsexamen vid Helsingborgs högre elem.-lärov. vårterminen 1874 samt inskrefs såsom student vid Lunds universitet den 14 sept. samma år; undergick examen stili latini pro gradu philosofico höstterminen 1874 samt filosofie kandidatsxamen inom såväl humanistiska som mat. naturvet. sektionen höstterminen 1877; bevistade sommaren 1880 det tolfte skandinaviska naturforskaremötet i Stockholm; vistades läsåret 1880—81 vid universitetet i Leipzig i och för idkandet af geologiska och petografiska studier; aflade innevarande termin den 27 maj filosofie licentiatexamen inom filosofiska fakultetens mat. naturvet. sektion samt framstälde den 30 maj för erhållande af fil. doktorsgrad till offentlig granskning: Skånes Basalter, mikroskopiskt undersökta och beskrifna, med en karta och två taflor, Sveriges Geologiska Undersökning, Ser. C, Afhandlingar och Uppsatser N:o 51, Stockholm 1882, Kongl. boktr. 69 sid. — Kallades till ledamot af Geologiska föreningen i Stockholm den 5 Maj 1881.

4. Filosofie kandidaten ERNST FREDRIK VILHELM RUNNQUIST, bl., som är född i Karlskrona den 17 oktober 1842; genomgått Karlskrona h. elem.-lärov.; studentexamen i Lund den 13 Dec. 1860; ex. stili lat. 2 dec. 1871; fil. kand. examen den 28 maj 1875; disputerade för fil. doktorsgraden den 26 maj 1882; tjenstgjorde såsom vik. adjunkt vid Karlskrona h. elem.-lärov. läsåret 1870—71 och såsom vik. lektor vid Norrköpings h. elem.-lärov. höstterminen 1875; tjenstgjorde dels såsom vik. adjunkt dels såsom extra lärare vid nyssnämda läroverk fr. o. m. vårterminen 1876 t. o. m. höstterminen 1881. Tjenstgör för närv. vid samma lärov. såsom extra lärare.

Tryckt skrift: Euphrosyne, en litteratur-historisk studie, I. 52 sidd. 4:o. (Disp. p. grad.).

5. Filosofie licenliat LARS JOHAN THEODOR THORBJÖRNSSON, gb., född i Sätila församling af Elfsborgs län den 27 april 1854; aflade afgångsexamen från Göteborgs h. elem.-lärov. d. 8 juni 1872; inskrefs som student vid Lunds universitet d. 23 sept. s. å.; undergick examen stili latini pro gradu philosophico den 20 maj 1873, filo-

sofie kandidat examen den 14 dec. 1875, filosofie licentiatexamen den 29 maj 1880, disputationsprof för doktorsgrad den 1 februari 1882, genomgick profårskurs vid Lunds h. allm. läroverk läsåret 1880—81, tjenstgör såsom extra lärare vid Göteborgs högre allmänna läroverk sedan början af h. t. 1881.

Tryckt skrift: Om fördraget i Ulm 1647, jemte en blick på Bayerns föregående politik under trettioåriga kriget, 59 sidd. Göteborg 1881, Akad. afhandl.

Inom medicinska fakulteten förrättas i morgon, jemväl med Kanslersembetets begifvande, doktorsutnämning, dervid dekanus kommer att såsom medicine doktorer förklara:

1. Docenten i gynekologi och obstetrik, underläkaren vid utvertes afdelningen af härvarande lasarett, medicine-licentiaten AXEL OTTO LINDFORS, som är född den 8 nov. 1852 i Lund; är son af dåvarande akademi-adjunkten, numera prosten och kyrkoherden Johan Otto Lindfors och hans hustru Cecilia Forshæll; inskrefs såsom student vid Lunds universitet hösten 1872; aflade medico-filosofisk examen våren 1874; studerade i egenskap af Tegnér-Oehlenschlägersk stipendiat fysiologi och anatomi vid Köbenhavns universitet vårterminen 1876; aflade medicinsk kandidat examen i Lund vårterminen 1877; inskrefs vid Carolinska institutet i Stockholm våren 1878; tjenstgjorde vid dess kliniker 1878 och 79; innehade förordnande såsom underläkare vid Söderköpings vattenkuranstalt sommaren 1878, dito ss. stads- och lazarettsläkare dersammastädes under Juli månad 1879; företog Augusti o. September samma år en resa i allmänbildande syften till Tyskland, Belgien och Holland; tjenstgjorde januari—augusti 1880 ss. amanuens vid allmänna barnbördshuset i Stockholm samt oktober 1880—Juni 1881 ss. amanuens vid gynekologiska kliniken å Sabbatsbergs sjukhus; tillträdde i Juli 1881 sin plats, ss. underläkare vid utvertes afdelningen af Lunds lazarett; aflade hösten 1881 medicinsk licentiat-examen vid Carolinska institutet i Stockholm; disputerade för medicinska doktorsgraden i Lund våren 1882, samt har af trycket utgifvit: "Om Kronisk hyperplastisk Endometrit", afhandling för doktorsgraden, Lund 1882, Två Dikter (En sommarsaga och En prestgårdsidyll), Stockholm 1880. Dessutom några smärre poem och festdikter.

2. Lazarettsläkaren i Halmstad medicine-licentiaten ALRIK LINDH, som är född d. 14 Mars 1844 vid Norns bruk i Dalarna; genomgick elementarläroverket i Vesterås; aflade studentexamen vid Upsala universitet d. 11 maj 1863, mediko-filosofisk examen derstädes d. 30 maj 1864, medicine kandidat examen d. 31 maj 1867, samt med. licentiatexamen vid Carolinska institutet i Stockholm d. 28 maj 1870; förordnades att förestå lasarettsläkaretjensten i Lidköping under 3:ne mån. fr. d. 1 Juni—1 Sept. 1870; förordnades till amanuens vid kirurgiska kliniken å Serafimerlasarettet fr. d. 20 sept. 1870 till d. 22 sept. 1871 samt till underkirurg fr. sistnämde dag till d. 3 febr. 1872; förestod derefter enligt Sundhetskollegii förordnande af d. 29 jan. 1872 lasarettsläkaretjensten i Halmstad till d. 17 juni 1872, då han utnämndes till ordinarie lasarettsläkare dersammastädes samt har af trycket utgifvit: Om alkoholinsprutningar vid underlifsbråck, gradualdisp.

Lund d. 31 maj 1882.

G. Ljunggren.



FÖRELÄSNINGAR

OCH

ÖFNINGAR

VID

KONGL. UNIVERSITETET I LUND

HÖST-TERMINEN

1881.

Canceller:

Friherre LOUIS DE GEER,

J. U. D., f. d. Justitie-Statsminister, En af de 18 i Sv. Akademien, L. K. V. A., R. och C. K. M. O. samt Ordens v. Canceller, Stk. S:t O. O.

Pro-Canceller:

WILHELM FLENSBURG,

Th. o. Ph. D., Biskop i Lunds Stift,
C. m. st. k. N. O.

RECTOR:

GUSTAF LJUNGGREN,

Ph. D., Professor i Æsthetik, Literatur- och Konsthistoria, En af de 18 i Sv. Akad., C. N. O. 1:a Kl., C. D. D. O. 1:a Gr.

Professor Emeritus.

SVEN NILSSON, *M. o. Ph. Jub. D., Prost och Kyrkoherde, f. d. Professor i Zoologi, L. K. V. A., C. st. k. N. O., L. W. O., Storkors af N. S:t O. O. och af D. D. O., R. F. H. L.*

Pensionerade Professorer.

ADAM WILHELM EKELUND, *Ph. Jub. D., f. d. Professor i Physik, L. K. V. A., R. N. O.*

CARL JOHAN SCHLYTER, *J. U. o. Ph. Jub. D., f. d. Professor i Laghistoria, L. K. V. A., C. st. k. N. O., C. D. D. O. 1:a Gr., K. Würt. Fredr. O. 1:a Kl., K. Meckl. O. Wend. Kr., K. Sachs. Alb. O. 2:a Kl.*

EMANUEL MATHIAS OLDE, *Ph. D., f. d. Norbergsk Professor i Nyeuropeisk Linguistik och Modern Literatur, R. N. O., R. N. S:t O. O., R. S. E. O., Ärekors af H. H. O.*

JACOB AGARDH, *M. o. Ph. D., f. d. Professor i Botanik, L. K. V. A., C. N. O. 1:a Kl.*

CARL FREDRIK NAUMANN, *M. o. Ph. D., f. d. Professor i Anatomi, C. W. O. 1:a kl., R. N. O.*

Pensionerad Adjunct.

MATHIAS NATHANAEL CEDERSCHIÖLD, *Ph. D.. f. d. Adjunct i Grekiska Språket.*

Theologiska Faculteten.

Professorer.

CARL OLBERS, *Th. o. Ph. D., Professor i Kyrkohistoria och Symbolik, Förste Theologiæ Professor och Domprost, L. N. O.,* föreläser offentligen å lärosalen N:o 1 kl. 11 f. m. Den äldsta kyrkans historia. samt leder öfningarne på seminariet.

CARL WILHELM SKARSTEDT, *Th. o. Ph. D.*, *Professor i Exegetisk Theologi, Kyrkoherde i Uppåkra och Flackarp, f. d. Contractsprost, L. N. O., Decanus,* föreläser offentligen å lärosalen N:o 1 kl. 9 f. m. Månd. och Tisd. profeten Zacharja och Job, Thorsd. och Fred. Analecta ur Nya Testamentet.

CLAS WARHOLM, *Th. o. Ph. D., Professor i Dogmatik och Moraltheologi, Kyrkoherde i Kärrstorp och Glostorp, L. N. O.*, föreläser offentligen å lärosalen N:o 1 kl. 10 f. m., Locus de Deo samt biträder vid de homiletiska öfningarne.

AXEL GOTTFRID LEONARD BILLING, *Th. o. Ph. D., Professor i Praktisk Theologi, Kyrkoherde i Hellestad och Dalby*, föreläser offentligen å lärosalen N:o 1 kl. 8 f. m. Månd. Perikoperna, Tisd. Katechetik, Thorsd. och Fred. Homiletik samt leder alla läsdagar de homiletiska och katechetiska öfningarne å lärosalen N:o 1 kl. 4—6 e. m.

E. o. professorsembetena i Exegetisk Theologi samt i Symbolik och Moraltheologi äro ej tillsatte.

Adjunct.

MARTIN GABRIEL ROSENIUS, *Th. o. Ph. D., Adjunct i Theologi, Kyrkoherde i Stångby och Wallkärra,* föreläser offentligen å lärosalen N:o 1 kl. 8 f. m. Onsd. o. Lörd. öfver Johannis Evangelium och biträder vid de homiletisk-liturgiska öfningarna.

Docenter.

PER EKLUND, *Ph. D., Th. C., V. D. M., Docent i Exegetisk Theologi,* förordnad att förestå e. o. professionen i Symbolik och Moraltheologi, föreläser å lärosalen N:o 2 kl. 12 midd. Tisd., Onsd., Fred. och Lörd. Symbolik samt leder de liturgska öfningarne.

OTTO NATHANAËL AHNFELT, *Th. C., V. D. M., Docent i Systematisk Theologi*, föreläser enskildt å lärosalen N:r 1 kl. 1 e. m. Onsd. och Lörd. Systematisk Theologi och biträder vid de katechetiska öfningarne.

Juridiska Faculteten.

Professorer.

GUSTAF BROOMÉ, *J. U. o. Ph. D., Professor i Stats- och Process-rätt, R N. O., R. D. D. O.*, föreläser offentligen å lärosalen N:o 2 kl. 10 f. m. Processrätt.

Grefve GUSTAF KNUT HAMILTON, *J. U. D.*, *Professor i Administrativrätt och Nationalekonomi, R. N. O., R. N. S:t O. O.*, föreläser offentligen å lärosalen N:o 3 kl. 8 f. m. Näringsrätt.

PHILIBERT HUMBLA, *J. U. D.*, *Professor i Civilrätt, R. N. O.*, föreläser offentligen å lärosalen N:o 2 kl. 9 f. m. Läran om kontrakter.

PER ASSARSSON, *J. U. o. Ph. D.*, *Professor i Kriminalrätt och Juridisk Encyklopedi*, föreläser å lärosalen N:o 1 kl. 12 midd. Svensk Straffrätt.

Extraordinarie Professor.

ALFRED OSSIAN WINROTH, *J. U. C.*, *e. o. Professor i Romersk Rätt och Rättshistoria, Decanus*, föredrager offentligen å Zool. lärosalen kl. 1 e. m. Rättshistorisk framställning af Svensk förmögenhetsrätt.

Docent.

THEODOR WIJKANDER, *J. U. C.*, *Docent i Straffrätt*, tjenstledig.

Medicinska Faculteten.

Professorer.

CARL JACOB ASK, *M. o. Ph. D.*, *Chir. M.*, *Professor i Chirurgi och Obstetrik, Föreståndare för Chirurgiska och Obstetriska Kliniken, R. N. O.*, meddelar offentligen på lazarettet Månd., Tisd., Thorsd. och Fred. kl. $^1/_2$11 f. m. —12 m. samt Onsd. och Lörd. kl. 9—10 f. m. klinisk undervisning i Chirurgi och Obstetrik; hvarjemte han Tisd. och Fred. föreläser öfver Underlifsbråck.

MAXIMILIAN VICTOR ODENIUS, *M. o. Ph. D.*, *Professor i Theoretisk och Rättsmedicin, L. K. V. A.*, föredrager å pathologiska instit. kl. 12 midd. under terminens första hälft Speciel pathologisk anatomi, under senare hälften Allmän pathologi, med tillhörande mikroskopiska öfningar, samt leder de rättsmedicinska obduktionerna.

JOHAN LANG, *M. o. Ph. D.*, *Professor i Medicinsk och Physiologisk Kemi, L. K. V. A., R. W. O., Decanus*, föreläser å med.kemiska lärosalen kl. 2 e. m. Månd. Tisd. och Thorsd. Physiologisk kemi samt Fred. Pharmakologi och sedan Pharmakodynamik och leder öfningarne å det med. kemiska laboratoriet.

Professionerna i Praktisk Medicin och Anatomi äro ej tillsatte.

Extraordinarie Professorer.

HJALMAR OSSIAN LINDGREN, *M. D.*, *e. o. Professor i Anatomi och Histologi*, förestår jemte egen tjenst ord. professionen i anatomi, föredrager å anato-

miska anstalten kl. 11 f. m. Månd. och Tisd. Deskriptiv och Topographisk Anatomi, Thorsd. och Fred. Histologi i förening med mikroskopiska öfningar och leder de dagliga dissektionsöfningarne på anatomisalen.

SEVED RIBBING, *M. D., e. o. Professor i Pediatrik,* håller å lazarettet Onsd. och Lörd. kl. 12 midd. Pediatrisk poliklinik och föreläsningar i ämnet, föreläser Onsd. och Lörd. kl. 1 e. m. öfver Nervsystemets sjukdomar samt undervisar Tisd. kl. 1/2 7—8 e. m. i Laryngoskopi.

Extraord. professionen i pathologisk anatomi är ej tillsatt.

Adjuncter.

GUSTAF SVEN TRÄGÅRDH, *M. D., Adjunct i Praktisk Medicin, R. W. O., förordnad att förestå professionen i praktisk medicin,* håller å Lazarettet kl. 8 f. m. hvarje söckendag kliniska föreläsningar öfver de Invärtes sjukdomarne och leder öfningarne på den Med. afdelningen.

MICHAËL KOLMODIN LÖWEGREN, *M. D., Adjunct i Chirurgi och Obstetrik,* håller kliniska föreläsningar öfver Ögonsjukdomar å lazarettet Onsd. och Lörd. kl. 1/2 11 f. m., och anställer på särskildt derför afsedda timmar Ophthalmoskopiska öfningar och genomgår en kurs i Refractionsanomalierna.

SVANTE ÖDMAN, *M. L., Öfverläkare vid Lunds Hospital,* leder den psychiatriska undervisningen vid nämnde Hospital.

HANS BENDZ, *M. L., t. f. laborator i Pathologi,* leder å lazarettet kl. 11 f. m. förekommande pathologiska obduktioner samt demonstrerar dessa Tisd. och Fred. kl. 12 midd., Månd., Onsd., Thorsd. och Lörd. kl. 1 e. m.

Philosophiska Facultetens Humanistiska Section.

Professorer.

AXEL NYBLÆUS, *J. U. och Ph. D., Professor i Praktisk Philosophi, L. K. V. A., R. N. O.,* tjenstledig.

GUSTAF LJUNGGREN, *Ph. D., Professor i Æsthetik, Literatur- och Konsthistoria, En af de 18 i Sv. Akademien, L. K. V. A., C. N. O. 1:a Kl., C. D. D. O. 1:a Gr., Univ:s n. v. Rector,* föreläser Månd. och Thorsd. å lärosalen N:o 2 kl. 12 midd. Om Johan Ludvig Runeberg, sedan Konsthistoria.

ALBERT THEODOR LYSANDER, *Ph. D., Professor i Romersk Vältalighet*

och Poesi, R. N. O., tolkar offentligen å lärosalen N:o 3 kl. 12 midd. Juvenalis.

THEODOR WISÉN, *Ph. D., Professor i Nordiska Språk, En af de aderton i Sv. Akademien, R. N. O., Pro-Rector,* föreläser å lärosalen N:o 2 kl. 8 f. m. Månd. och Tisd. Gylfaginning, Thorsd. och Fred. Uplandslagen.

JOHAN JACOB BORELIUS, *Ph. D., Professor i Theoretisk Philosophi, R. N. O.,* föreläser å lärosalen N:o 3 kl. 9 f. m. Nittonde århundradets Philosophi. Håller ensk. öfn. Onsd. kl. 6 e. m.

CLAS THEODOR ODHNER, *Ph. D., Professor i Historia, R. N. O.,* föreläser å lärosalen N:o 2 kl. 11 f. m. Englands historia under 17:de århundradet.

CHRISTIAN CAVALLIN, *Ph. D., Professor i Grekiska Språket och Literaturen,* L. K. V. A., föreläser å lärosalen N:o 3 kl. 10 f. m. Månd. Grekisk Formlära, Tisd., Thorsd. och Fred. Platos Symposion samt leder å phil. semin. Fred. kl. 5—7 e. m. öfningar till Sophoclis Oedipus tyrannus.

VOLTER EDVARD LIDFORSS, *Ph. D., Professor i Nyeuropeisk Linguistik och Modern Literatur, C. Sp. O. Isab. Cat., R. Sp. K. C. III:s O.,* föreläser å lärosalen N:o 3 kl. 11 f. m. Månd. och Tisd. Aucassin et Nicolette, Thorsd. o. Fred. La Vida es Sueño, de Calderon.

ESAIAS TEGNÉR, *Ph. D., Professor i Orientalspråk,* föreläser å aud. N:o 2 kl. 1 e. m. Månd. och Tisd. Syriska samt Thorsd. o. Fred. Delbrück's Vedische Chrestomathie.

Extraordinarie Professorer.

MARTIN WEIBULL, *Ph. D., e. o. Professor i Historia och Statskunskap,* föreläser å lärosalen N:o 3 kl. 1 e. m. Geografi och Statskunskap, derefter Ur nyaste tidens historia.

ARON MARTIN ALEXANDERSON, *Ph. D., e. o. Professor i Klassiska Språk, Decanus,* föreläser å zool. lärosalen kl. 9 f. m. Månd. och Thorsd. Horatii Carmina Lib. III, samt å lärosalen N:o 3 kl. 9 f. m. Onsd. och Lörd. Æschyli Prometheus.

Adjuncter.

MAGNUS FREDRIK BRAG, *Ph. D., Adjunct i Österländska språk,* föreläser å lärosalen N:o 3 kl. 10 f. m. Onsd. och Lörd. Psaltaren.

PER JOHAN HERMAN LEANDER, *Ph. D., Adjunct i Philosophi,* förordnad

att förestå professionen i praktisk philosophi, föreläser å läros. N:o 1 kl. 1 e. m. Månd. och Tisd. Den praktiska philosophiens historia, Thorsd. och Fred. Den praktiska philosophiens propedevtik.

KNUT FREDRIK SÖDERVALL, *Ph. D., Adjunct i Nordiska språk,* föreläser å lärosalen N:o 2 kl. 11 f. m. Onsd. och Lörd. Fornsvensk grammatik.

Docenter.

HANS HENRIC HALLBÄCK, *Ph. D., Docent i Æsthetik och Literaturhistoria, Bibliotheks-Amanuens,* meddelar enskild undervisning.

ANDERS MAGNUS MALMSTRÖM, *Ph. D., Th. C., Docent i Semitiska språk, Lector,* undervisar enskildt i Hebreiska.

GUSTAF CEDERSCHIÖLD, *Ph. D., Docent i Nordiska språk, Philos. Fac:s Notarie,* meddelar enskild undervisning i Nordiska Språk.

CARL MAGNUS ZANDER, *Ph. D., Docent i Latinska språket, Lector,* meddelar Onsd. kl. 3 e. m. å lärosalen N:o 1 enskild undervisning i Latinsk Stilskrifning.

FREDRIK WULFF, *Ph. D., Docent i Franska språket och literaturen, Lector,* stadd på utländsk resa.

KARL REINHOLD GEIJER, *Ph. D., Docent i Praktisk Philosophi,* föreläser enskildt å med. kem. lärosalen Månd., Thorsd., Onsd. och Lörd. kl. 10 f. m. Philosophisk statslära; meddelar äfven i annan form enskild undervisning.

SAMUEL JOHAN CAVALLIN, *Ph. D., Docent i Grekiska Språket,* leder å Phil. Sem. Tisd. kl. 6 e. m. kritiskt-exegetiska öfningar vid tolkningen af Lucretius samt meddelar enskild undervisning å lärosalen N:o 3 kl. 8 f. m. Onsd. o. Lörd. i Latinsk och Grekisk stilskrifning.

SVEN WÄGNER, *Ph. D., Docent i Theoretisk Philosophi,* meddelar enskild undervisning i den Theoretiska philosophiens historia.

RUDOLF WICKBERG, *Ph. D., Docent i Jemförande Germanisk språkforskning,* föreläser enskildt Jemförande germansk ljudlära.

EMIL PETERSON, *Ph. D., Docent i Tyska språket och literaturen,* föreläser å läros. N:o 2 Månd., Tisd. kl. 6 e. m., öfver äldre ny-högtyska samt leder i Germaniska Seminariet Thorsd. kl. 5—7 tolkningen af fornhögtyska texter.

AXEL KOCK, *Ph. D., Docent i Nordiska språk,* meddelar enskild undervisning.

SVEN SÖDERBERG, *Ph. D., Docent i Nordisk språk- och fornforskning,*

meddelar enskildt undervisning i Fornsvenska, samt leder i Phil. Sem. Månd. kl. 5—7 e. m. tolkningen af Skaldskaparmål i Snorra Edda.

AXEL FRIEDLANDER, *Ph. D.*, *Docent i Æsthetik,* meddelar enskild undervisning.

CARL JUSTUS FREDRIK AF PETERSENS, *Ph. D.*, *E. o. Amanuens vid Bibl.*, *Docent i Nordiska Språk,* meddelar enskild undervisning.

CARL SPRINCHORN, *Ph. D.*, *Docent i Svensk Historia.* Tjenstledig.

HJALMAR EDGREN, *Ph. D.*, *Docent i Sanskrit,* genomgår offentligt å lärosalen N:o 2 Onsd. och Lörd. kl. 4 e. m. Sanskrit språkets grammatik (fortsättn. från föreg. termin).

PONTUS ERLAND FAHLBECK, *Ph. D.*, *Docent i Allmän Historia,* meddelar enskild undervisning i Svensk Historia, med särskildt hänsyn till Statsförfattningen.

SVEN LINDE, *Ph. D.*, *Docent i Grekiska språket,* meddelar enskild undervisning.

Philosophiska Facultetens Mathematiskt Naturvetenskapliga Section.

Professorer.

CHRISTIAN WILHELM BLOMSTRAND, *Ph. D.*, *Professor i Kemi och Mineralogi, L. K. V. A.*, *R. N. O.*, *R. D. D. O.*, föreläser å kem. läros. kl. 9 f. m. Månd. och Tisd. Organisk kemi, Thorsd. och Fred. Analytisk kemi.

AXEL MÖLLER, *Ph. D.*, *Professor i Astronomi, L. K. V. A.*, *R. N. O.*, föreläser å lärosalen N:o 2 kl. 4 e. m. Hansenska methoden för beräkningen af planeternas absoluta störningar.

CARL FABIAN EMANUEL BJÖRLING, *Ph. D.*, *Professor i Mathematik, R. N. O.*, *Decanus,* föreläser å math. seminariet offentligen kl. 1 e. m. Rymdgeometri och leder å math. semin. öfningarne hvarannan Tisdag kl. 5 e. m.

KARL ALBERT HOLMGREN, *Ph. D.*, *Professor i Physik,* föreläser å Phys. läros. kl. 12 midd. Optik, samt leder de Physiska laborationerna.

FREDRIK WILHELM CHRISTIAN ARESCHOUG, *Ph. D.*, *Professor i Botanik, L. K. V. A.*, föreläser å bot. läros. kl. 1 e. m. öfver Växternas Nutritionsprocess samt derefter öfver Växtrikets naturliga famil-

jer och leder Onsd. och Lörd. kl. 10 f. m.—1 e. m. de Fytotomiska öfningarna å bot. museet.

AUGUST WILHELM QVENNERSTEDT, *Ph. D.*, *Professor i Zoologi*, föreläser å zool. läros. kl. 11 m. Månd. och Tisd. Evertebraterna, Thorsd. och Fred. Allmän Zoologi, samt sedan Komparativ Osteologi.

Extraordinarie Professorer.

OTTO MARTIN TORELL, *Ph. D.*, *M. C.*, *e. o. Professor i Zoologi och Geologi, Chef för Sveriges Geologiska undersökning, L. K. V. A., K. N. O. 1:a kl., Off. fr. H. L., Off. fr. Instr. publ.*, vistas i Stockholm.

ALBERT VICTOR BÄCKLUND, *Ph. D.*, *e. o. Professor i Mekanik och Mathematisk Physik*, föreläser offentligen å math. semin. kl. 8 f. m. Potentialtheori.

BERNHARD LUNDGREN, *Ph. D.*, *e. o. Professor i Geologi*, föreläser å Zool. lärosalen kl. 8 f. m. Geologiens Elementer.

Adjuncter.

VICTOR von ZEIPEL, *Ph. D.*, *Adjunct i Mathematik*, föreläser Onsd. o. Lörd. å läros. N:o 2 kl. 9 f. m. Eqvationsteori.

NILS CHRISTOPHER DUNÉR, *Ph. D.*, *Adjunct i Astronomi och Observator*, L. K. V. A., begagnar sig under detta läsår af den honom medgifna frihet från föreläsningar.

CARL GUSTAF THOMSON, *Ph. D.*, *Adjunct i Entomologi*, föreläser å entom. museet kl. 12 midd. Onsd. och Lörd. Lepidoptera.

Docenter.

JOHAN PETER CLAESSON, *Ph. D.*, *Docent i Organisk Kemi*, t. f. Laborator, genomgår enskildt å kem. läros. Månd., Tisd., Thorsd. och Fred. kl. 12 f. m. Oorganisk Kemi.

JULIUS MÖLLER, *Ph. D.*, *Docent i Mathematik*, leder å math. semin. öfningarne hvarannan Tisdag kl. 5 e. m.

JOHANNES ROBERT RYDBERG, *Ph. D.*, *Docent i Mathematik*, meddelar å zool. lärosalen Tisd., Onsd., Thorsd., Fred. och Lörd. kl. 4—$^1/_2$6 e. m. enskild undervisning i Physik.

BENGT JÖNSSON, *Ph. D.*, *Docent i Botanik*, meddelar enskild undervisning i Botanik samt deltager i ledningen af de Fytotomiska öfningarne.

FOLKE AUGUST ENGSTRÖM, *Ph. Lic.*, *Docent i Astronomi*, meddelar enskild undervisning.

Exercitie-Mästare.

WILHELM THEODOR GNOSSPELIUS, *Capellmästare, R. W. O.*, leder Musikaliska öfningar på capellsalen Onsd. o. Lörd. kl. 3—5 e. m.

BROR ADOLF GEORG RIDDERBORG, *t. f. Fäktmästare och Gymnastiklärare, Kapten*, leder Gymnastik- och fäktöfningar på elementarläroverkets gymnastiksal söknedagar kl. 8—9 f. m. samt 6—7 e. m.

AXEL HJALMAR LINDQVIST, *Ritmästare*, undervisar i Ritkonst i sin bostad Onsd. kl. 9 f. m. o. Thorsd. kl. 10 f. m.

Universitetets Bibliothek hålles öppet till utlåning alla söknedagar kl. 12—1 e. m. samt till begagnande på stället dels Onsd. o. Lörd. kl. 10—1, dels öfriga söknedagar kl. 11—1.

Universitetets Cancelli och *Räntekammaren* hållas öppna Tisd., Onsd., Fred. och Lörd. kl. 11 f. m.—12 midd.

Universitetets öfriga Institutioner hållas tillgängliga efter anhållan hos Institutionsföreståndarne.

Föreläsningar och Öfningar Vårterminen 1882.

A. Offentliga.

Timme.	Lärosal.	Dagar.
F. M.		**Måndag, Tisdag, Thorsdag, Fredag.**
	I.	**Billing**, M. Perikoper, T. Kathechetik, Th. F. Homiletik.
	II.	**Wisén**, M., T. Gylfaginning. Th., Fr. Uplandslagen.
8.	III.	**Hamilton**, Näringsrätt.
	Lazar.	**Trägårdh**, Inv. sjukdomarne.
	Math. Sem.	**Bäcklund**, Potentialtheori.
	Zool.	**Lundgren**, Geolog. Elem.
	Fäktsalen.	**Ridderborg**, Gymnastik och Fäktöfningar.
	I.	**Skarstedt**, M. T. Zacharia o. Job, Th. Fr. Analecta ur Nya testam.
	II.	**Humbla**, Om kontrakter.
	III.	**Borelius**, XIX årh:s philosophi.
9.	Lazar.	**Trägårdh**, Inv. sjukdomar.
	Kem.	**Blomstrand**, M. T. Organisk Kemi, Th. F. Analytisk kemi.
	Zool.	**Alexandersson**, M. Th. Horatii Carmina.
	I.	**Warholm**, Locus de Deo
	II.	**Broomé**, Processrätt.
10.	III.	**C. Cavallin**, M. Grek. Formlära, T. Th. F. Platos Symposion.
	Hemma.	**Lindqvist**, Th. Ritöfningar.
1/2 11.	Lazar.	**Ask**, Chirurgisk Klinik, T. F. Underlifsbråck.
	I.	**Olbers**, Äldsta kyrkans historia.
	II.	**Odhner**, Englands historia under 17:e årh.
	III.	**Lidforss**, M. T. Aucassin et Nicolette, Th. F. La Vida es Sueño, de Calderon.
11.	Zool.	**Qvennerstedt**, M. T. Evertebraterna. Th. F. Allmän Zoologi, sedan Komp. Osteologi.
	Anat.	**Lindgren**, M. T. Anatomi, Th. Fr. Histologi.
	I.	**Assarsson**, Straffrätt.
	II.	**Ljunggren**, M., Th. Runeberg; derefter Konsthistoria.
12.	II.	**Ekelund**, T. Fr. Symbolik.
	III.	**Lysander**, Juvenalis.
	Pathol.	**Odenius**, Speciel pathologisk anatomi, sedan Allmän pathologi.
	Phys.	**Holmgren**, Optik.
	Lazar.	**Bendz**, T. F. Pathol. demonst.

Timme.	Lärosal.	Dagar.
E. M.		**Måndag, Tisdag, Thorsdag, Fredag.**
	I.	**Leander**, M. T. Prakt. phil. historia, Th. F. Prakt. phil. propedeutik.
	II.	**Tegnér**, M. T. Syriska, Th. F. Vedische Chrestomathie.
1.	III.	**Weibull**, Geogr. och Statskunskap, sedan Ur nyaste tidens historia.
	Math. Sem.	**Björling**, Rymdgeometri.
	Zool.	**Winroth**, Sv. Förmögenhetsrätt.
	Botan.	**Areschoug**, Växternas nutritionsprocess.
	Lazar.	**Bendz**, M. Th. Pathol. demonst.
2.	Med. Kem.	**Lang**, M., T. Th. Phys. kemi, F. Pharmakologi, sedan Pharmakodynamik.
4.	I.	**Billing m. fl.**, Prakt. theol. öfningar.
	II.	**Möller**, Hansens method för beräkn. af planet. abs. störningar.
	Math. Sem.	**Björling**, **J. Möller**, T. Öfningar.
5.	Phil. Sem.	**Söderberg**, M. Skaldskaparmál.
	Phil. Sem.	**C. Cavallin**, F. Oedipus tyrannus.
	Phil. Sem.	**E. Peterson**, Th. Fornhögtyska texter.
6.	Phil. Sem.	**S. Cavallin**, T. Lucretius.
	Fäktsalen.	**Ridderborg**, Gymnastik o. Fäktöfningar.
1/2 7	Lazar.	**Ribbing**, T. Laryngoskopi.
F. M.		**Onsdag och Lördag.**
	I.	**Rosenius**, Joh. Evangelium.
8.	Lazar.	**Trägårdh**, Inv. sjukdomar.
	Fäktsalen.	**Ridderborg**, Gymnastik och Fäktöfningar.
	II.	**v. Zeipel**, Eqvationsteori.
9.	III.	**Alexandersson**, Æschyli Prometheus.
	Lazar.	**Ask**, Chirurgisk klinik.
	Hemma.	**Lindqvist**, O. Ritöfningar.
10.	III.	**Brag**, Psaltaren.
	Botan.	**Areschoug**, **Jönsson**, Fytotomiska öfningar.
1/2 11	Lazar.	**Löwegren**, Ögonsjukdomar.
11.	II.	**Södervall**, Fornsvensk gram.
	II.	**Eklund**, Symbolik.
12.	Lazar.	**Ribbing**, Pediatrisk poliklinik.
	Entomol.	**Thomson**, Lepidoptera,
E. M.	Lazar.	**Ribbing**, Nervsystemets sjukdomar.
1.	Lazar.	**Bendz**, Pathol. demonst.
3.	Kapell.	**Gnosspelius**, Musiköfningar.
4.	I.	**Billing m. fl.**, Prakt. theol. öfningar.
	II.	**Edgren**, Sanskrit-grammatik.
6.	Fäktsalen.	**Ridderborg**, Gymnastik o. Fäktöfningar.

B. Enskilda.

Timme.	Lärosal.	Dagar.
F. M. **8.**	III.	**S. Cavallin**, O., L. Lat. o. Grek. Stilskrifnig.
10.	Med. Kem.	**Geijer**, M. Th. O. L. Rättsphilosophi.
12.	Kem.	**Claesson**, M., T., Th., F., Oorganisk Kemi.
E. M. **1.**	I.	**Ahnfelt**, O. L., Systematisk Theologi.
3.	I.	**Zander**, O. Lat. stilskrifning.
4.	Zool.	**Rydberg**, T., O., Th., F., L. Physik
5.	III.	**Hamilton m. fl.**, T. F. Juridiska öfningar.
6.	Hemma. I. II.	**Borelius**, O. Ensk. öfningar. Theologiska Föreningen, O. **Peterson**, M., T., äldre nyhögtyska.

Universitets-biblioteket hålles öppet för utlåning alla söknedagar kl. 12—1 samt till begagnande på stället dels Onsd. o. Lörd. kl. 10—1, dels öfriga söknedagar kl. 11—1.

Cancelliet samt Räntekammaren hållas öppna T., O., F. o. L. kl. 11—12.

Uppgift på föredrag, som blifvit hållna vid Physiographiska Sällskapets sammanträden under läsåret 1881—82.

1881, d. 19 Oktober.

Her v. ZEIPEL, Om de kemiska atomernas form och delbarhet.

Herr DUNÉR, Om banan och spektrum för komet b. 1881.

Herr LINDGREN förevisade ett preparat af en egendomlig form af tarminklämning och de mekaniska vilkoren för dess uppkomst.

1881, d. 9 November.

Herr HJ. NATHORST, Några iakttagelser från Finland.

Herr LUNDGREN, Om Ammoniterna i Skånes stenkolsförande formation.

Herr ARESCHOUG, Om några för Skånes Flora nya växter, som blifvit anträffade under sistlidne sommar.

1881, d. 14 December.

Herr BÄCKLUND, Om de kortaste linierna för ytor med konstant negativ krökning.

Herr BLOMSTRAND, Bidrag till kännedomen om de nativa uranaternas sammansättning.

Herr AGARDH, Om en ny kalkförande alg *(Halymenia incrustans)* samt om kalkens förekomst och betydelse hos Algerna.

Herr ODENIUS, Om ett af Amanuensen Pettersson iakttaget fall af Tænia mediocancellata.

1882, d. 8 Februari.

Herr LUNDGREN refererade 2:ne arbeten: "Om spår af några evertebrerade djur m. m." och "Om aftryck af Medusor", af A. G. Nathorst.

Herr Areschoug, Om *Casuarina*-stammens anatomi.

Herr Blomstrand, Iakttagelser under en mineralogisk resa förliden sommar.

1882, d. 8 Mars.

Herr Holmnren refererade en undersökning af Lic. J. M. Lovén, "Om Rotationspolarisationen" och en undersökning af Doc. J. R. Rydberg "Om Friktionselektriciteten."

Herr v. Zeipel, om möjligheten att solvera algebraiska eqvationer.

Herr Blomstrand, Om indigons konstiga framställning och utsigterna för dess fabriksmässiga framställning.

1882, d. 12 April.

Herr Dunér redogjorde för de på Lunds Observatorium utförda zon-observationer.

Herr Odenius demonstrerade ett ovanligt fall af inkapsulerad Cysta dermoides ovarii.

Herr Ask redogjorde för den erfarenhet han på Lunds kirurgiska klinik haft om Jodoformens användning såsom antisepticum.

1882, d. 17 Maj.

Herr Blomstrand redogjorde för en af Lic. J. M. Lovén utförd undersökning öfver "svafvelhaltiga derivater af propionsyran."

Herr Nordstedt demonstrerade några sötvattensalger från S. Amerika och förevisade en af Prof. Abbe nyligen konstruerad camera lucida för mikroskop.

Herr Ribbing, Om Morbus Basedowii.



Pris 4 Kr.


3 2044 106 310 154



